

## ПІДГОТОВКА ВОДИ ДЛЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

**Пастухов В.І., д.т.н., проф.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка*

**Тарасенко В.В., д.т.н., проф.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Визначені вимоги для води, яка застосовується до краплинного зрошення. Розглянуті типи фільтрів для очищення води від механічних домішок та хімічних речовин. Наведені результати виробничих випробувань піщано-гравійного фільтра ФГ-60/3" компанії «РОСТА».*

**Постановка проблеми.** Краплинне зрошення в Україні сьогодні набуває широкого розповсюдження. Спосіб, який почали застосовувати у нас на початку 70-х років, сьогодні ефективно застосовується на площі більше 30 тис. га в основному при вирощуванні овочів, фруктів, ягід і баштанних культур. Високому темпу впровадження сприяють головні переваги порівняно з традиційними способами поливу (дощування, полив по борознах): економія води у 2-5 рази та електроенергії на 50-70%; істотне збільшення врожайності; високий рівень механізації та автоматизації технологічних процесів; зменшення застосування хімічних засобів захисту рослин, оскільки суттєво зменшується забур'яненість; зниження експлуатаційних витрат на 50-70%; виключення впливу вітру на процес зрошення; зниження вимог до систем дренажу; відсутність поверхневого стоку, що виключає ерозію ґрунтів; можливість освоєння схилівих земель з похилом до 30°, а також малопродуктивних (піщаних, супіщаних,) земель [1].

При всіх відмічених перевагах слід зазначити, що запровадження цього способу потребує досить значних капіталовкладень, які сягають до 12-16 тис. грн/га. Тому все частіше серед сільгоспвиробників виникає питання про надійність роботи системи краплинного зрошення, роботоздатність у різних умовах експлуатації та можливості збільшення термінів використання окремих елементів системи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Спостерігаючи за роботою систем краплинного зрошення, можна стверджувати, що серед інших факторів найвагомим, що впливає на її роботоздатність є якість води.

Для краплинного зрошення використовують воду природних і штучних водоймищ, а також воду підземних джерел. Придатність води для краплинного зрошення оцінюють за ступенем її впливу на ґрунти, на рослини та елементи зрошувальної мережі.

**Мета досліджень.** Визначити фактори впливу на роботоздатність системи краплинного зрошення і ефективні засоби очищення води від

механічних домішок і гідробіонтів.

Використання для зрошення води поверхневих або підземних водних джерел лімітується загальною мінералізацією, вмістом зважених речовин, пестицидів, наявністю гідробіотів, паразитологічних і епідеміологічних показників. Для забезпечення комплексної оцінки якості води для зрошення необхідно враховувати агрономічні, технічні і екологічні критерії [2].

Агрономічні критерії повинні визначати якість води для зрошення за її впливом на ґрунт, з метою збереження і підвищення родючості, а також запобігання процесів засолення, осолонцювання і токсичної лужності; урожайність сільськогосподарських культур; якість сільськогосподарської продукції. Оцінку придатності води за ступенем впливу на ґрунт та рослини здійснюють згідно з ДСТУ 2730-94. Агрономічні критерії налічують більше десяти показників. Це в першу чергу небезпека осолонцювання, вторинне засолення ґрунтів і підвищення їхньої лужності. До показників агрономічного критерію відноситься і температура поливної води, яка повинна бути в межах від 10 до 30 °С [2]. Агрономічні критерії дуже важливі при використанні систем штучного зрошення, але їх вимоги націлені на збереження родючості ґрунту та якість сільськогосподарських рослин.

*Доречі, аналіз літературних джерел показав, що даних про безпосередній вплив води на властивості чорноземів при краплинному зрошенні недостатньо і необхідно проводити дослідження, націлені на вивчення ґрунтових процесів, які виникають при застосуванні поливної води різної якості.*

Екологічні критерії визначають якість води для зрошення з врахуванням необхідності забезпечення безпечної санітарно-гігієнічної обстановки на території, де використовується система зрошення, і охорони навколишнього середовища. Оцінка якості води для зрошення за екологічними, гігієнічними та токсикологічними показниками здійснюється відповідно до ГОСТ 17.1.2.03-90. Екологічні критерії мають дуже велике значення при оцінці впливу штучного зрошення на стан агроєкосистеми, але як і агрономічні майже не впливають на зрошувальні системи в цілому і на їх елементи окремо.

Третьою складовою комплексної оцінки якості води для зрошення є технічні критерії. Саме показники цих критеріїв оцінюють вплив води для зрошення на збереження і ефективність експлуатації гідромеліоративних систем і їх складових частин [3]. При краплинному зрошенні основними показниками цього критерію є: агресивність води до руйнування зрошувальної мережі, можливість замулення і заростання дрібних мікрководотоків, мікрководовипусків (крапельниць і емітерів). Проблеми, пов'язані з якістю води, виникають у разі засмічення крапельниць, і їх класифікують як фізичне, хімічне і біологічне засмічення.

Небезпека фізичного засмічення виникає при підвищеному вмісті у воді завислих частинок. Допустимий *вміст завислих речовин* мінерального і органічного походження у воді і граничний розмір їх частинок залежить від типу крапельниць і конструкції емітерних ліній (табл. 1).

Таблиця 1 – Допустимі значення завислих частинок у воді та їх розміри

Розмір прохідних отворів, мм	Завислі частинки		Гідробіонти	
	Концентрація, г/дм <sup>3</sup>	Розмір частинок, мкм	Концентрація, г/дм <sup>3</sup>	Розмір частинок, мкм
Менше 1	30-50	Менше 50	5	Менше 50
1-2	50-100	Менше 70	10	Менше 100
Більше 2	100-300	Менше 100	15	Менше 150

Хімічне засмічення може відбутися у таких випадках коли [4,5]:

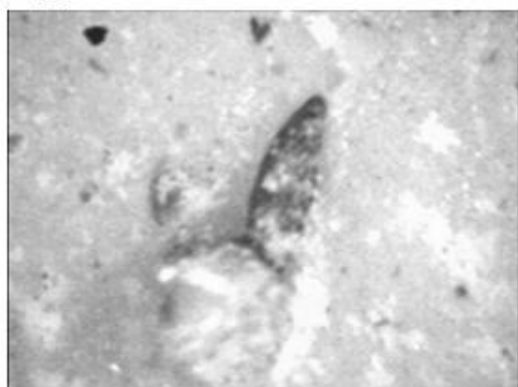
- концентрація бікарбонатних іонів перевищує 2 мг-екв/л, а рН більше 7,5;
- може випасти осад у вигляді карбонату кальція;
- висока концентрація сульфід-іонів може викликати залізного та марганцевого осаду;
- вода, яка вміщує більше 0,1 мг/л сульфідів, може викликати зростання бактерій в системі краплинного зрошення.

При зрошенні водою, що містить фітопланктон, швидкість біообростання (біогенність) трубопроводів і крапельниць не повинна перевищувати 0,5 г/м<sup>2</sup> площі контакту за 100 годин поливу [6].

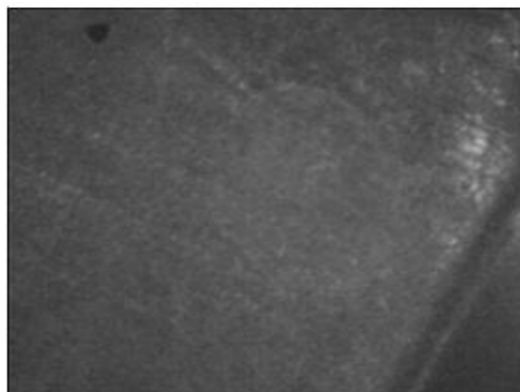
Питаннями якості води за агрономічними та екологічними критеріями повинні займатися відповідні фахівці: агрономи, ґрунтознавці, агрохіміки, екологи та санлікарі. Дотримання технічних критеріїв поливної води полягає на інженерно-технічну службу.

Відповідно до табл. 1 головною причиною втрати роботоздатності системи краплинного зрошення є засмічення вихідних отворів краплинної стрічки (емітерів) механічними домішками і гідробіонтами, тобто водоростями.

При дослідженні засміченості крапельниць під мікроскопом (рис. 1) було встановлено, що основною причиною є частки піску (при використанні води з відкритих водоймищ) і вапна (при використанні води зі свердловин). Механічні домішки, які осідають у крапельницях зменшують площу вихідного отвору.



а



б

Рис. 1 – Засмічення краплинної стрічки: а – частинки піску на внутрішній стороні стрічки; б – вапняний наліт (кільце) на емітері

В залежності від наявності в поливній воді певних домішок і площі зрошення, фільтраційна станція може включати сітчасті, дискові, гравійні і гідроциклонні фільтри (рис. 2).



Рис. 2 – Фільтри системи краплинного зрошення: а – сітчастий; б – дисковий; в – піщано-гравійний; г – гідроциклон

Сітчасті фільтри встановлюють як з метою очистки води, так і запобігання попадання фільтрувальних елементів піщано-гравійних фільтрів у потік поливної води. Їх використовують при невисокому вмісті неорганічних часток. Ступінь очищення води залежить від розмірів чарунків фільтруючої сітки, а пропускна здатність – від площі. При засміченні фільтруючий елемент промивають зворотнім потоком води. Під час експлуатації у виробничих умовах промивка сітчастого фільтру зворотнім потоком води займає відносно багато часу, для чого необхідно відключати зрошення, або мати в системі два паралельно встановлених фільтри, що є недоліком. На практиці з метою покращення очистки фільтрувальної сітки і скорочення часу промивки фільтри розбирають і сітку вручну очищують щітками. Це дає в цьому напрямку свій позитивний результат, але, в свою чергу призводить до пошкодження сітки і зменшення її ресурсу.

Дискові фільтри – їх ще називають фільтрами тонкої очистки (б) використовують для фільтрації поверхневих вод від механічних домішок трави і водоростей. Основні складові фільтра: корпус, внутрішній вертикальний елемент з щільно стислих фільтрувальних дисків з радіальними канавками і кришка. Очищення фільтра виконується шляхом виймання дисків і їх промивкою водою. Рівень фільтрації – від 160 до 130 мікрон. В сучасних дискових фільтрах, наприклад «Helix-automatic», промивка при забрудненні

виконується автоматично без втручання оператора.

Якість очищення води не залежить від типу фільтра (сітчастий або дисковий). Вона залежить від параметра mesh (меш). Це кількість отворів елементу, що фільтрує, на 1 дюйм. Для більшості краплинних стрічок цей параметр не має бути нижчим, ніж 120 mesh (125 мікрон).

Дискові фільтри в порівнянні з сітчастими в експлуатації більш надійні і при обслуговуванні менш працевитратні.

Піщано-гравійні фільтри використовують при заборі води з відкритих водоймищ. В цьому випадку у воді присутня велика кількість органічних і неорганічних речовин: глинисті ґрунти та гідробіонти (водорості), які за сприятливих умов – підвищенні температури води – починають інтенсивно розростатися. Це особливо спостерігається у зоні випускних отворів крапельниць, де постійно знаходиться волога, що веде до їх закупорювання. Якість фільтрації залежить від висоти шару фільтрувального матеріалу, розмірів його часток, та швидкості проходження води через шар. Пісок за рахунок своєї високої питомої фільтраційної поверхні, дозволяє утримувати велику кількість завислих частинок. Промивку здійснюють зворотним потоком води. Гравійно-піщану суміш у фільтрі, використовують двох фракцій: крупну (1,2-2,4 мм) засипають знизу, а дрібну (0,5-0,8 мм) засипають зверху.

Після піщано-гравійного фільтра необхідно ставити дисковий фільтр з метою недопущення попадання фільтруючого піску у поливну систему.

Центробіжні фільтри – гідроциклони – використовують у тих випадках, коли вода вміщує велику кількість важких часток, в основному піску. Їх використовують для попередньої очистки.

На практиці застосовуються фільтри з різною пропускною здатністю від 25 до 100 м<sup>3</sup>/год, яка залежить від ряду технічних характеристик, такі як: діаметр вхідного і вихідного отвору, розмір фільтра і обсяг використовуваного гравію. Односекційні фільтри мають як вертикальну, так і горизонтальну будову.

Односекційні фільтри зазвичай формуються в станцію з декількох, з'єднаних між собою байпасами, що дозволяє збільшити пропускну спроможність станції та виконувати поперемінно промивку кожній із секцій чистою водою.

Двосекційні фільтри являють собою дві секції, об'єднані в один корпус, і мають горизонтальне положення. Принцип роботи таких фільтрів нічим не відрізняється від односекційних. Компактна будова дозволяє зменшити займану площу, спростити процес промивки (очищення) і полегшити монтаж самої станції. Пропускна здатність таких фільтрів від 60 до 100 м<sup>3</sup>/год, максимальний робочий тиск до 8 бар. Якщо розміри поля дуже великі, двосекційні фільтри формуються в станцію за допомогою з'єднувачів (байпасів). Один фільтр застосовують на ділянці поля до 15-20 га, що забезпечує оптимальний режим поливу.

Для видалення механічних домішок в доповнення до переліченого обладнання можуть застосовуватися басейни-відстойники для видалення

методом осадження механічних домішок.

Комбінацію фільтрів називають фільтростанцією. У фільтростанції можуть бути з'єднані паралельно декілька однотипних фільтрів з метою збільшення її пропускної здатності.

Спостереження за експлуатацією систем краплинного зрошення показують, що надійність роботи крапельниць досягається, коли фільтри забезпечують проходження часток не більше ніж 1/10 найменшого проходу у крапельниці.

При проектуванні системи краплинного зрошення фільтри (склад фільтростанції) вибирають, виходячи з типу джерела і наявності механічних домішок у воді. Пропускна здатність фільтра розраховується з умови максимальної зрошувальної норми (у лісостепу і степу України вона складає 50-60 м<sup>3</sup>/га), площі (S), яка планується зрошуватися, часу на протязі доби (T), коли буде проводитися зрошення (звичайно це 16-20 годин). Таким чином, пропускна здатність фільтра Q повинна бути не менше ніж

$$Q = \frac{60 \cdot S}{T}, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Зараз на ринку України представлено велика різномітність піщано-гравійних фільтрів, що випускаються і пропонуються як закордонними, так і вітчизняними фірмами і компаніями. Ось деякі найбільш поширені представники (рис. 3):



KNY LTD



ООО «Ньютек - Агро»



AYTOK FILTRE SISTEMLERI PLASTIK  
MAKINA DIS TICARET LTD STI



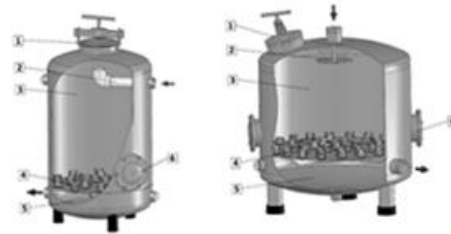
STF



Компанія «РОСТА», м. Мелітополь



QUEEN GIL



Yamit



DROP



«Техносервіс», м Мелітополь

Рис. 3 – Піщано-гравійні фільтри

Всі представлені конструкції мають одне і теж призначення (фільтрація води з відкритих водоймищ для краплинного зрошення) і відрізняються, в основному, пропускнуою здатністю. Після оцінки за критеріями функціонально-вартісного аналізу для використання для новопроєктованої системи краплинного зрошення був обраний за пропускнуою здатністю фільтр ФГ-60/3'' компанії «РОСТА» (м. Мелітополь). Наведемо його загальну будову, технічну характеристику (табл. 2) і загальні питання експлуатації [6].

Фільтр ФГ-60/3'' призначений для попередньої фільтрації води при краплинному поливі від механічних домішок і мікрободоростей при її заборі з поверхневих джерел.

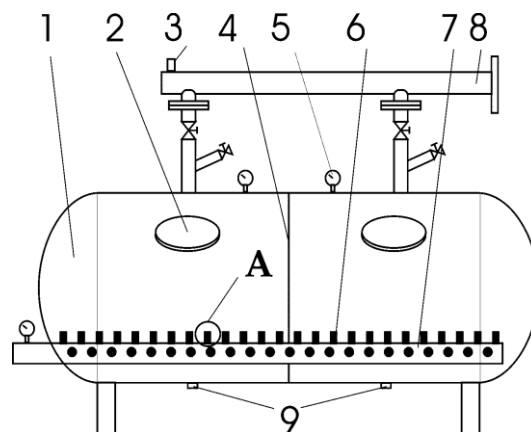


Рис. 4 – Будова гравійного фільтру ФГ-60/3''

Корпус фільтру (рис. 4) 1 виготовлений з листової сталі і має бочкоподібну форму з опуклими еліптичними днищами. Внутрішній об'єм фільтру розділений на дві рівні частини внутрішньою глухою перегородкою 4, що утворює дві незалежні камери фільтрації. Підведення води здійснюється через вхідний колектор 8, що розподіляє потік води по камерах для фільтрації або для промивання гравію. Відфільтрована вода проходить через дренажні ковпачки 6 і поступає в колектор, що відводить 7. Ковпачок має щілину шириною 0,25 мм для відділення води від середовища, що фільтрує. Повітряний клапан на трубі 8 призначений для спуску повітря з фільтру, пробки 9 – для зливу води.

При зростанні втрат тиску на фільтрі до 0,3-0,8 кгс/см<sup>2</sup> фільтр зупиняють на промивання з метою видалити з поверхні матеріалу, що фільтрує, відфільтровані домішки. Контроль тиску виконується по манометрам, які встановлені на кожній камері фільтрації і на виході колектора, що відводить 7.

Підготовка до роботи не викликає труднощів. Головне – це завантажити у фільтраційні камери необхідну кількість гравію, рівномірно розподіливши його за об'ємом фільтру. Після чого заповнити фільтр водою і витримати протягом 15-20 хвилин. Повітря при заповненні фільтру підбурювати через промивальні крани і повітряний клапан. Промити по черзі обидві камери фільтру і знову повторити витримку 15-20 хвилин. Промивання гравію проводити до повного освітлення промивальної води.



Таблиця 2 – Технічна характеристика фільтру

Найменування	ФГ-60/3''
Номінальна продуктивність, м <sup>3</sup> /год	60
Продуктивність, що рекомендується, м <sup>3</sup> /ч	45-72
Площа поверхні, що фільтрує, м <sup>2</sup>	1,00
Робочий тиск (не більш), кгс/см <sup>2</sup>	8,00
Втрата тиску на фільтрі, що вимагає промивання, кгс/см <sup>2</sup>	0,5-0,8
Фракція гравію, мм	1-2
Необхідна кількість гравію, кг	500
Діаметр колектора, мм/дюйми	
Вхідний фланець	80/3
Вихідний фланець	80/4
Габаритні розміри, мм	
Довжина	1650
Ширина	830
Висота	1450
Маса, кг (без врахування гравію)	276

Експлуатація гравійного фільтру. У гравійному фільтрі процес освітлення води здійснюється при швидкості фільтрації 14-17 л/с через 1м<sup>2</sup> поверхні, що фільтрує. При цьому положення арматури таке, як показано на рис. 2а. Коли в результаті засмічення фільтру опір його досягає граничної величини, що допускається, в цілях відновлення його пропускної спроможності і запобігання прориву шламу в освітлену воду фільтр піддають очищенню.

Очищення фільтра проводять за допомогою водного промивання (рис. 2б), суть якого полягає в тому, що через забруднений матеріал, що фільтрує, в напрямі, зворотному струму фільтрату (від низу до верху) інтенсивно пропускають воду. Інтенсивний струм промивальної води розпушує і зважає весь шар, що фільтрує, він розширюється при цьому до 40-50%, що дає можливість зернам завантаженого матеріалу вільно рухатися в потоці води і при зіткненнях зчищати частки шламу і слизу, що прилипли до них. Інтенсивність промивання фільтра залежить від величини зерен матеріалу, що фільтрує, і міри розширення шаруючи. Промивання фільтру повинне вестися з такою інтенсивністю, яка, забезпечуючи вимивання осадів, не приводила б до винесення зерен фільтрувального матеріалу.

Даний фільтр був змонтований у складі фільтростанції, куди крім нього ще увійшов дисковий фільтр «Azud» іспанського виробництва. Дисковий фільтр, який розташований за піщано-гравійним, забезпечує запобігання попадання часток фільтрувального матеріалу (піску) у зрошувальну систему. Змонтована фільтростанція обслуговувала зрошувальну ділянку площею 8 га, на якій вирощувалися овочеві культури. Вважаючи сухе літо 2013 року система краплинного зрошення працювала у червні, липні та серпні майже щоденно. При цьому відмов з боку фільтростанції зафіксовано не було.

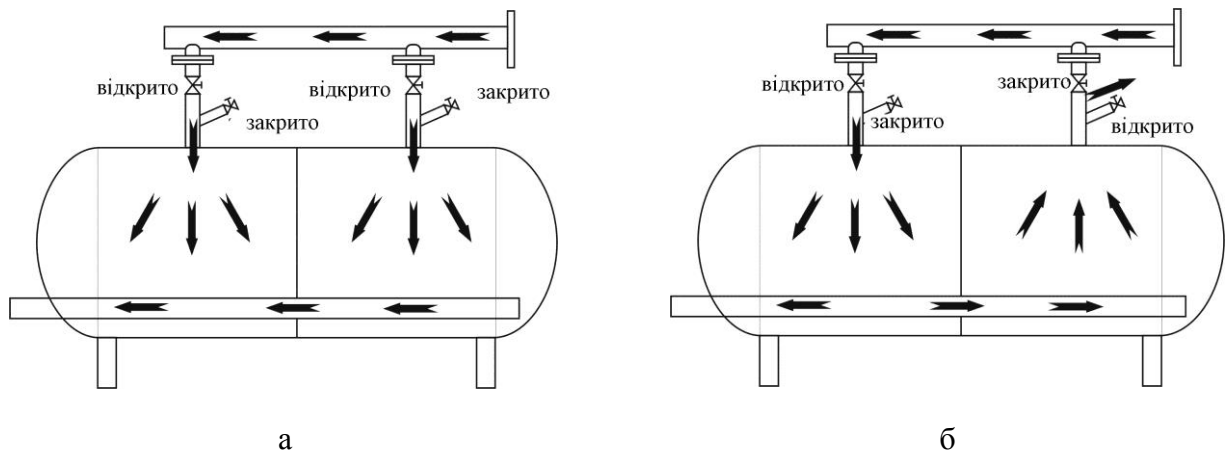


Рис. 5 – Схема роботи фільтра: а) фільтрація; б) промивка секції

Однак з часом, коли рівень води у штучному водоймищу, звідки відбувався водозабір, знизився, то у забірний патрубок насоса стала потрапляти більш забруднена вода, що викликало зростання швидкості засміченості фільтра і необхідність частішої його промивки.

При роботі насосної станції на різних режимах був зафіксований час, при якому настав перепад тиску на фільтрі 0,3-0,8 бар, що відповідно до інструкції з експлуатації потребує необхідність його промивки. Як видно з рис. 6, швидкість засмічення фільтра залежить від витрати насосної станції, тобто від кількості води, що проходить через фільтр за одиницю часу. Доречі, побудувавши такі залежності один раз (у конкретних умовах експлуатації), можна планувати графік промивки фільтра, що покращить організацію праці обслуговуючого персоналу зрошувальної системи.

Слід також звернути увагу на те, що піщано-гравійні фільтри швидше засмічуються не гідробіонтами, а неорганічними речовинами, і в першу чергу мулом. Крім того, мул накопичується як між часточками фільтрувального матеріалу, так і на його поверхні, частіше вздовж стін фільтра. При цьому для повного очищення фільтра необхідно виконувати його промивку на протязі 30-40 хвилин, або видаляти бруд з поверхні через верхні люки вручну. Це потребує непродуктивні великі витрати води та ручної праці. Запобігти цьому недоліку можна двома шляхами.

По-перше, необхідно більш ретельно підходити до облаштування берегових водозаборів з метою зменшення попадання неорганічних речовин, тобто ґрунту з дна, який всмоктується насосом через забірний патрубок, навіть і плаваючий.

По-друге, перед піщано-гравійним фільтром можна поставити гідоциклон або дисковий фільтр і навіть з автоматичною промивкою типу Helix. Це удорожчає конструкцію фільтростанції і додасть додатковий опір потоку води і, відповідно, зменшиться продуктивність системи, але значно збільшиться час до його промивки фільтра. Остаточний вибір за фахівцем, який використовує систему краплинного зрошення. При цьому для обґрунтування свого рішення доцільно зробити економічний розрахунок з врахуванням матеріальних, трудових витрат, зменшення продуктивності системи та ін.

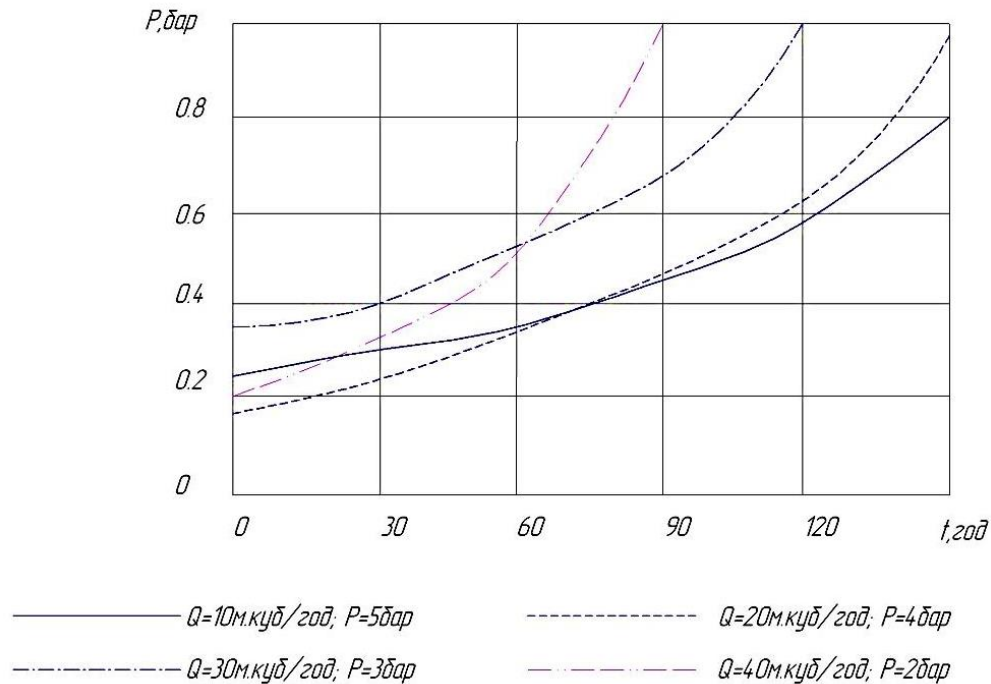


Рис. 6 – Залежність перепаду тиску на фільтрі від витрати води

## Висновок

- для роботи системи краплинного зрошення необхідно виконувати підготовку води з врахуванням її механічного та хімічного складу і джерела водопостачання;
- надійність роботи крапельниць в системі краплинного зрошення досягається, коли фільтри забезпечують проходження часток не більше ніж 1/10 найменшого проходу у крапельниці;
- при проектуванні фільтростанції її пропускна здатність розраховується з умови максимальної зрошувальної норми, площі, яка планується зрошуватися, часу на протязі доби, коли буде проводитися зрошення;
- склад фільтростанції обумовлюється ступенем засміченості води механічними домішками, гідробіонтами, та солями хімічних елементів, які вміщуються у воді;
- за результатами досліджень під час експлуатації за критеріями «ціна-якість» в порівнянні з іншими моделями добре себе зарекомендував піщано-гравійний фільтр ФГ-60/3" виробництва компанії «РОСТА», м. Мелітополь.

## Список використаних джерел

1. Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Каленіков А.Т., Сторчоус В.М. Мікрозрошення сільськогосподарських культур// Меліорація і водне господарство.- Міжнародний науковий тематичний збірник. Випуск 90.- К.:Аграрна наука – 2004. С 63-86.

2. ДСТУ 2730-94. Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. - К.: Держстандарт України, 1994. - 14 с.
3. ГОСТ 17.1.2.03-90. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. — М.: Издательство стандартов, 1991. - 7 с.
4. MF-2575 Water Quality Assessment Guidelines for Subsurface Drip Irrigation // <http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/2003/mf2575.pdf>.
5. National Engineering Handbook, Part 623, Chapter 7, Trickle Irrigation, 1984.
6. Капельное орошение (пособие к СНиП 2.06.03-85) «Мелиоративные системы и сооружения». - М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, 1986.- 150 с.
7. Фильтр гравийный горизонтальный ФГ-60/3'', ФГ-80''4. Техническое устройство и руководство по эксплуатации / Мелитополь: ЧП НПК «РОСТА», 2010. – 12 с.

## **Аннотация**

### **ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМИ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

Пастухов В., Тарасенко В.

*Определены требования для воды, которая применяется для капельного орошения. Рассмотрены типы фильтров для очистки воды от механических примесей и химических веществ. Приведены результаты производственных испытаний песчано-гравийного фильтра ФГ-60/3'' компании «РОСТА».*

## **Abstract**

### **WATER TREATMENT FOR SISNEM DRIP IRRIGATION**

V. Pastukhov, V. Tarasenko

*The requirements for water that is used for drip irrigation. The types of filters to clean the water from impurities and chemicals. The results of tests virobnychih sand and gravel filter FG-60/3'' of "ROSTA".*