

УДК 628.116.2

Столяров В.І.,  
Луцький національний технічний університет

## АЛЬТЕРНАТИВНА СИСТЕМА ЗБОРУ І ОЧИЩЕННЯ ДОЩОВОЇ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ

*У статті запропонована альтернативна система збору і очищення води для господарських потреб, зокрема для миття автомобілів. Обґрунтовано схему і економічну доцільність такого методу.*

**Ключові слова:** водозливи, резервуар, фільтрація, ринва, цистерна, агрегат, канава, водонапірний бак, амортизаційні витрати.

Однією з самих гострих існуючих в світі – це проблема якості питної води. Відсутність доступу до питної води, а також в цілях гігієни і забезпечення продовольчої безпеки, створює величезні труднощі для більш ніж 1 мільярда людей. У разі збереження існуючих тенденцій вода, мабуть, у все більшій мірі набуватиме характеру одного з чинників, що сприяють виникненню напруженості та запеклої конкуренції між державами, проте вона також може виступати як каталізатор співпраці.

Велика кількість води навколо настільки звична, що рідко хто замислюється про її походження, якість і споживану кількість. Такі думки звичайно приходять в голову, коли вона зникає, внаслідок чого порушуються всі плани, або збирається в калюжі біля будинку, що теж малоприємно. Частково розв'язати ці проблеми дозволяє використання дощової води, до якого вдаються все більше жителів європейських країн.

Економія води стоїть на порядку денному. Завдяки раціональному обігу і за допомогою сучасної техніки можна на декілька літрів зменшити споживання води у індивідуальних будинках. Помітного зменшення щоденної витрати питної води можна досягти, побудувавши установку для використання дощової води. Дощову воду можна використовувати як для поливу саду, так і для змиву в туалеті. А стосовно процесів миття, що не пов'язані з харчуванням, м'яка дощова вода навіть допомагає заощадити на пральних порошках. До того ж дощова вода цілком підходить для більшої частини робіт з прибирання в саду і в будинку. Приблизно з 145 літрів питної води, які використовує в день один громадянин, можна приблизно половину замінити дощовою водою і тим самим зберегти ресурси питної води. В наших широтах дощової води випадає цілком достатньо. Але оскільки дощ йде не щодня, воду треба збирати в дощові періоди і накопичувати, щоб потім ефективно використати.

Збирати і використовувати дощову воду примушують не тільки дефіцит або дорожняча питної води, але і міркування екологічного і морального порядку. Гріх, мовляв, мити машину питною водою...

Водопровідну воду необхідно використовувати тільки в трьох випадках: для приготування їжі, особистої гігієни і миття посуду. В інших же допустимо, а то і краще користуватися іншою водою, з дещо іншими походженням, хімічним складом і рівнем очищення. Йдеться про дощову воду. Відомо, що залежно від джерела вода часто містить небажані домішки. За походженням природні води можна класифікувати так:

- атмосферні (дощова вода);
- поверхневі проточні (великі і малі річки);
- поверхневі басейнові (озера і моря);
- джерельні (ключі, що б'ють з надр);
- пластові (ті, що залягають на невеликій глибині).

Зокрема, дощова вода містить менше домішок в порівнянні з водами зі всіх інших джерел внаслідок того, що вона не стикається з ґрунтом, гірськими породами, не розчиняє солі і мінерали і не піддається дії різних забруднюючих речовин, часто присутніх в породі або ґрунті.

Великий досвід німців у сфері збору і використання атмосферних опадів додає в розпорядження фахівців безліч новинок, принципів організації систем, здатних успішно вирішувати специфічні проблеми водопостачання, що стосуються також методик з економії засобів, потрібних для обслуговування таких систем.

**Інженерна система.** Незалежно від розмірів, система збору і використання дощової води, як правило, має наступну схему:

- ділянка збору води;
- система перегону води з ділянки збору в накопичувач;
- вузол обробки (очищення) води;
- накопичувальний резервуар;
- мережа розподілу очищеної води.

**Ділянка збору води** - це поверхня з якої збирається дощова вода.

Вона може бути звичайною мощеною поверхнею, проте, найкращою в якісному відношенні і такою, що містить менше забруднюючих речовин вважається вода, що стікає з даху будівлі.

В зв'язку з цим слід підкреслити, що матеріал покрівлі в значній мірі впливає на ступінь забрудненості збираної води і її подальше очищення. Отже, перевага віддається дахам, виконаним з інертних матеріалів з низьким рівнем виділення часток і шкідливих речовин (глиняна черепиця, шифер, цемент, що не містять штучних барвників). Категорично неприпустимо збирати воду із

старої покрівлі, для влаштування якої застосовувалися матеріали, що містять азбест або свинець.

**Система транспортування води** - це водозливний комплекс, за допомогою якого зібрана з даху вода транспортується на очисний вузол і потім в накопичувальний резервуар.

Абсолютно непридатними вважаються водозливи старого типу, виконані з свинцю або які містять свинець в тій або іншій пропорції.

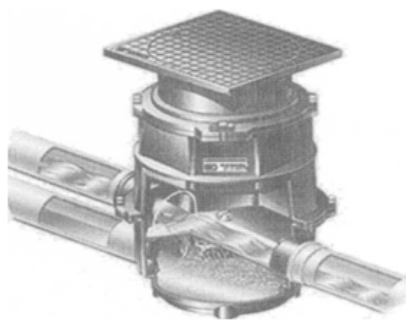


Рис. 1. Система попереднього очищення дощової води, що здатна видаляти крупні плаваючі і зважені частинки

Система транспортування води - це водозливний комплекс, за допомогою якого зібрана з даху вода транспортується на очисний вузол і потім в накопичувальний резервуар. Сучасні матеріали для водозливів (ПВХ, оцинкована сталь і ін.) не створюють жодних проблем, за виключенням міді.

**Засоби очищення.** Перш ніж злити воду в накопичувальний резервуар, її необхідно належним чином очистити.

Це неважко організувати за допомогою спеціального пристрою, званого "roof washer" (англ. - мийник покрівлі), або - ще простіше - за допомогою вертикальних трубопроводів відповідного перерізу, вбудованих у водозлив і оснащених знизу зливним клапаном і клапаном видалення твердих відкладень.

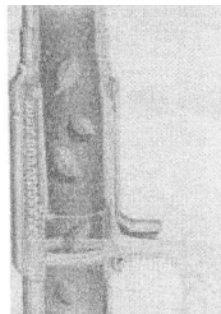


Рис. 2. Приклад водостічної труби з фільтруючим пристроєм.

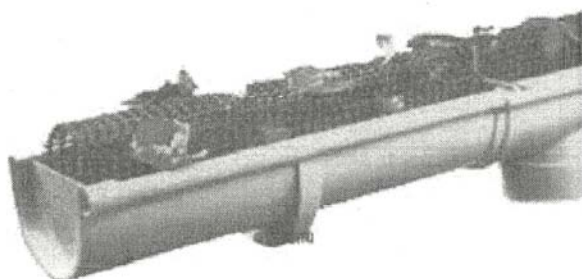


Рис. 3. Приклад крупночарункової фільтруючої сітки на дощеприймальній ринві

Очевидно, що ступінь наступного очищення визначається, головним чином, за призначенням води. Якщо її застосування обмежується просто доповненням ресурсів непитної води, перше і найпростіше очищення здійснюється шляхом установки у водозливах крупно чарункових фільтруючих сіток, що затримують тверді найкрупніші частинки (листя і ін.).

Більш дрібні сітки встановлюються внизу водозливів, щоб на очисний вузол не потрапляли матеріали, що нагромаджуються всередині зливних труб.

Для вирішення важливої проблеми обслуговування і очищення цих перевалочних вузлів сучасний ринок будматеріалів пропонує різні системи попередньої фільтрації, які видаляють з води крупні плаваючі частинки і здійснюють непогану мікрометричну фільтрацію (до 200 мм). Зібрана таким чином вода, як правило, залишається достатньо каламутною через безліч наявних завислих частинок невеликих розмірів, таких як глина, мул, органічні речовини. Тому необхідне наступне тонке механічне очищення (до 5 мікрон) і освітлення на устаткуванні багат шарового типу.

**Накопичувальний резервуар** є одним з найдорожчих компонентів системи, і тому слід уважно віднестися до його вибору. Що стосується розташування резервуару, його можна встановлювати як просто неба, в приміщенні, так і в ґрунті.

В першому випадку економляться витрати на земляні роботи і істотно полегшується обслуговування резервуару. Зате закопаний в ґрунт резервуар природним чином охолоджується, що значною мірою уповільнює розростання водоростей і бактерій, якому, навпаки, сприяє нагрівання води під відкритим сонцем. Розташування резервуара в приміщенні запобігає перегріванню його на сонці, але вимагає виділення додаткової площі.

Через низьку вартість і простоту установки на сучасному ринку затвердилися поліетиленові резервуари - мініблоки, спеціально розроблені для даного типу застосування, з передбаченими вузлами кріплення і в комплекті з аксесуарами, що значно спрощує монтажні роботи.

Горловина цистерни і її кришка повинна щільно закривати резервуар і не допускати розмноження комарів, проникнення всередину комах, гризунів і інших дрібних тварин.

Об'єм цистерни визначається декількома чинниками, наприклад, частотою дощів в регіоні, розмірами ділянки збору води, потребами водопостачання.

Критерій, що цілком задовольняє загальні вимогам, виражається наступним співвідношенням:

$$V=0,5+0,05Pa$$

Де  $V$  - загальний об'єм цистерни ( $\text{м}^3$ )

$Pa$  - річний об'єм опадів у вигляді дощу ( $\text{м}^3$ ).

У свою чергу:

$$Pa = SHpCd$$

Де  $S$  - площа горизонтальної проекції ділянки збору води ( $m^2$ )

$Hp$  - річний рівень опадів у вигляді дощу (м);

$Cd$  - коефіцієнт стікання, рівний:

- 0,80 для покрівлі з глини, шиферу;
- 0,60 для покриттів з щебеню і гравію;
- 0,40 для підвісних садів.

Якщо цистерна знаходиться на достатній висоті над обслуговуваною спорудою, подача води може здійснюватися природним шляхом. Проте, в більшості випадків це не так, і доводиться вдаватися до допомоги відповідних насосних агрегатів.

З урахуванням природи циркулюючої рідини (очищена дощова вода з накопичувального резервуару - це практично дистильована вода, а така вода особливо агресивна до металевих матеріалів), насосний агрегат повинен бути виконаний з неіржавіючої сталі або іншого стійкого до агресивної дії матеріалу.

Водопровідні труби, провідники від цистерни, також повинні вибиратися з урахуванням даного критерію, і якщо описувана система встановлюється для будинку, обладнаного металевими трубами, рекомендується щоб уникнути корозії додавати у воду фосфор - силікати, що створюють захисну плівку, яка не дає стикатися воді і металу.

Згідно СНиП2.04.02-84 „Водоснабжение. Наружные сети и сооружения" резервуари для води залежно від їх розмірів повинні бути обладнані: а) трубопроводами або з'єднаним трубопроводом, б) переливним пристроєм, в) спусковим трубопроводом, г) вентиляційним пристроєм, скобами або сходами, що підводять і відводять, д) люками-лазами для проходу людей і транспортування устаткування.

Залежно від призначення ємності додатково слід передбачати:

- пристрої для вимірювання рівня води, контролю вакууму і тиску;
- світлові люки діаметром 300 мм (в резервуарах для води непитної);
- промивальний водопровід (переносний або стаціонарний);
- пристрій для запобігання переливу води з резервуару (засоби автоматики або встановлення на подаючому трубопроводі замочного клапана поплавця);
- пристрій для очищення повітря, що поступає в ємність (в резервуарах для води питної).

Переливний пристрій повинен бути розрахований на витрату, рівну різниці максимальної подачі і мінімального відбору води. Шар води на кромці переливного пристрою повинен бути не більше 100 мм

В резервуарах і водонапірних баштах, призначених для питної води, на переливному пристрої повинен бути передбачений гідравлічний затвор.

Спусковий трубопровід належить проектувати діаметром 100-150 мм залежно від об'єму ємності. Днище резервуару повинне мати ухил не менше 0,005 у бік спускового трубопроводу.

Спускові і переливні трубопроводи слід приєднувати (без підтоплення їх кінців):

- від резервуарів для води непитної - до каналізації будь-якого призначення з розривом струменя або до відкритої канами;
- від резервуарів для питної води - до дощової каналізації або до відкритої канами з розривом струменя.

Впускання і випуск повітря при зміні положення рівня води в місткості, а також обмін повітря в резервуарах для зберігання пожежного і аварійного об'ємів належить передбачати через вентиляційні пристрої, що виключають можливість утворення вакууму, що перевищує 80 мм вод. ст.

Загальна кількість резервуарів одного призначення в одному вузлі повинна бути не менше двох. Устаткування резервуарів повинне забезпечувати можливість незалежного наповнення і спорожнення кожного резервуару. Влаштування одного резервуару допускається у разі відсутності в ньому пожежного і аварійного об'ємів. Конструкції камер засувок при резервуарах не повинні бути жорстко пов'язаними з конструкцією резервуарів.

Нажаль на території України дані технології використовуються вкрай рідко, бо користь їх визначається не економічним ефектом, а збереженням природних ресурсів. Влаштування даної системи в повному обсязі є затратним, оскільки вона не забезпечує потребу в питній воді, а термін окупності складає в середньому 15-20 років. Подекуди можна зустріти на присадибних ділянках старі цистерни в які за простою схемою збирається дощова вода з даху дачного будиночка, в ідеальному випадку вони з'єднані з системою зрошення ділянки.

Та і то до влаштування даного пристрою господарів спонукає лише відсутність централізованого водопроводу.

У науковому дослідженні застосовується система збору дощової води з даху добудови адміністративних приміщень. Дана розробка виконується з метою забезпечення потреб автомийки технічною водою. Транспортна частина станції швидкої допомоги складається із 6 автомобілів виїзних бригаад, 3 легкових автомобілів та 1 вантажного авто. Виходячи із санітарно-гігієнічних вимог карети швидкої допомоги повинні митись після кожної зміни з обов'язковою дезінфекцією салону. Прийmemo, що легкові та вантажні автомобілі митимуться по мірі забруднення в середньому 1 раз на 2 тижні. При оптимальному використанні води її кількість на миття автомобілів

становитиме: карет швидкої допомоги - 50 л; легкових автомобілів - 30 л. Вантажного автомобіля - 100 л. Виходячи з цих даних розраховуємо місячну потребу станції швидкої допомоги в технічній воді.

$$N = 6 \times 2 \times 50 \times 30 + 2 \times 100 + 3 \times 30 \times 2 = 18380 \text{ л/міс} = 18,38 \text{ м}^3/\text{міс}$$

Розраховуємо об'єм накопичувального резервуара виходячи із площі водозбору та середньорічної кількості опадів (згідно СНиП „Строительная климатология и геофизика" для м.Луцьк становить 660 мм):

$$V = 0,5 + 0,05 \cdot Pa = 0,5 + 0,05 \cdot 307,97 = 15,89$$

Де  $V$  - загальний об'єм цистерни ( $\text{м}^3$ )

$Pa$  - річний об'єм опадів у вигляді дощу ( $\text{м}^3$ ). У свою чергу:

$$Pa = S \cdot H \cdot Cd = 583,27 \cdot 0,66 \cdot 0,80 = 307,97$$

Де  $S$  - площа горизонтальної проекції ділянки збору води ( $\text{м}^2$ )

$Hr$  - річний рівень опадів у вигляді дощу (мм);

$Ca$  - коефіцієнт стікання, рівний:

- 0,80 для покрівлі з глини, шиферу.

Приймаємо резервуар, об'ємом 16  $\text{м}^3$ . Даний об'єм може задовольнити потребу станції в технічній воді на 87,05%. Решту - 12,95% запроектовано добирати із міської водопровідної мережі. Таким чином щорічна економія води становитиме  $16 \times 9 = 144 \text{ м}^3$  води (9 місяців, протягом яких наповнюються резервуари).

Водоприймальні лійки необхідно розташовувати рівномірно на площі покрівлі на понижених ділянках і на відстані не менше 500 мм від парапетів і інших виступаючих частин будівлі. Площа покрівлі, що припадає на одну лійку повинна встановлюватися з розрахунку 0,75  $\text{м}^2$  покрівлі на 1 см поперечного перерізу труби.

Таким чином, оскільки площа водозбору 583,27  $\text{м}^2$ , кількість дощеприймальних лійок - 8, то мережа внутрішнього водостоку передбачається із пластмасових труб  $\Phi 100$  мм згідно ГОСТ 22689.3. Згідно існуючих вимог резервуари повинні бути оснащені переливним та спусковим патрубками з гідравлічним затвором, покажчиком рівня води, вентиляційним пристроєм, що запобігає утворенню вакууму та поплавковим клапаном, що регулює подачу питної води. Резервуари повинні бути встановленими з ухилом 0,003 в напрямку зливного патрубка. Крім того дана модель резервуару оснащена системою фільтрації води, що є останнім ступенем очистки води.

Мінімальну висоту, на яку необхідно підняти воду над рівнем землі при її русі до точки водозбору (з урахуванням подолання опору труб), називають вільним напором. Згідно СНиПу 2.04.02-84\*, для першого поверху його приймають рівним 10 м, а для кожного наступного збільшують на 4 м. Таким чином є доцільним встановити резервуар на рівні третього поверху, що

забезпечить умову вільного напору, оскільки точка споживання знаходиться на рівні першого поверху. Тобто експлуатаційні витрати будуть пов'язані лише із періодичним очищенням системи та утриманням її в належному стані.

Значним аргументом, що впливає на рішення людей про використання подібних систем є її вартість. Найбільшу частку тут займає вартість накопичувального резервуару. Знайдемо оцінкову вартість описаної системи: за розцінками фірм-виробників обладнання вартість одного резервуару місткість 4000 л складає 400 у.о., тобто вартість прийнятої системи резервуарів становитиме  $4 \times 400 = 1600$  у.о. Прийmemo, що вартість трубопроводів складатиме в даному випадку не більше 20% від загальної вартості системи, тоді загальна оцінкова вартість складатиме 2000 у.о. Розрахуємо собівартість отримуваної води 1 м з розрахунку, що термін експлуатації даної системи становитиме 40 років:

$$\begin{aligned} \text{Собівартість} &= \text{Заг.вартість.системи} / \text{заг.кількість отриманої води} = \\ &= 2000/5760 = 0,35 \text{ у.о./м}^3 \approx 1,75 \text{ грн/м}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Заг.кількість отриманої води} &= \text{к-сть води за 1 рік} * \text{к-сть років} = \\ &= 144,40 = 5760 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Примітка: в даний розрахунок не включені амортизаційні витрати та витрати на розробку проекту та монтажні роботи оскільки вони присутні для обох джерел водопостачання (приймаємо їх рівними).

Не виключено, що у зв'язку з економічними факторами показник вартості буде підвищуватись у близькому майбутньому, а зниження кількості опадів у Волинському регіоні аж ніяк не передбачається. Не можна забувати і про нестабільність роботи комунальних служб, коли у зв'язку із певними економічними причинами виникають перебої у постачанні холодної води. Таким чином ми отримуємо воду за стабільною ціною, що не перевищує ринкової і при цьому економимо для наших нащадків найцінніший життєдайний ресурс - питну якісну воду!

### **Аннотация**

В статье предложена альтернативная система сбора и очистки воды для хозяйственных потребностей, в частности для мойки автомобилей. Обоснованно схему и экономическую целесообразность такого метода.

### **Annotation**

In the article is offered alternative system of collection and water treatment for economic necessities, in particular for washing of cars. Grounded chart and financial viability of such method.