

## **ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ**

В останні роки в Україні відбулися значні зміни в нормативно-правовій базі в галузі будівництва. Прийнято ряд нових нормативних документів в галузі очищення та водовідведення поверхневого стоку, екологічної безпеки. Зокрема, змінено нормативні показники забруднюючих речовин у дощових, талих і поливно-мийних водах, змінено кліматичні параметри у формулах розрахункових витрат зливових вод. Це суттєво впливає на розрахунок потужності очисних споруд, необхідний ступінь очищення води і, як наслідок, на вибір технологічної схеми очищення поверхневого стоку та водоочисного обладнання.

Розрахунки потужності очисних споруд поверхневого стоку необхідно виконувати на підставі наступних нормативних документів:

- ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування»;
- ДБН В.2.3-15:2007 «Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів»;
- ГБН В.2.3-218-007:2012 «Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування»;
- ДСТУ 3013-95 «Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з території міст і промислових підприємств»;
- ДСТУ –Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
- СанПин № 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения»;
- «Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами»;
- «Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення»;
- «Правила приймання поверхневого стоку у київську міську дощову каналізацію» (для м. Києва);
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- Водний кодекс України;

- інші документи і матеріали (довідки гідрометцентру, ТУ на скид очищених вод, довідки щодо визначення категорії водойм, тощо).

Суттєві зміни відбулись і в нормативних актах, що стосуються екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища. Згідно постанови Кабінету Міністрів України №808 від 28.08.2013 р. очисні споруди забруднених дощових і талих вод відносяться до об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку. Для таких об'єктів здійснення експертиз у частині екології і санітарного та епідеміологічного благополуччя населення є обов'язковим. Без висновків експертів неможливо подати декларацію, чи отримати дозвіл на початок будівництва, ввести в експлуатацію об'єкт, отримати дозвіл на спецводокористування. Згідно ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» в проекті очисних споруд повинен бути розділ щодо ідентифікації та декларації безпеки об'єкту підвищеної небезпеки, виконаний у відповідності з ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва».

Згідно ДБН А.2.2-1-2003. «Склад та зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будівель та споруд. Основні положення проектування» проект очисних споруд повинен включати розділ «Оцінка впливу на навколишнє середовище», висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи по обладнанню, розміри санітарно-захисної зони споруд.

Санітарно-захисну зону від очисних споруд поверхневих стічних вод відкритого типу з селітебних територій слід приймати 100 м (ДБН В.2.5-75:2013, табл. 30, прим. 8). Санітарно-захисну зону для очисних споруд дощової каналізації закритого типу у разі обґрунтованості і доцільності її зменшення слід приймати за узгодженням з територіальними органами ДСЕСУ (ДБН В.2.5-75:2013, табл. 30, прим. 12).

Відповідно до Закону України «Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності» відповідальність за правопорушення покладається на проектувальника, експертну організацію і на замовника. Штрафні санкції, передбачені Законом, визначені по суб'єктам на кожному з етапів впровадження очисних споруд і сягають дев'ятисот мінімальних заробітних плат за одне правопорушення одним суб'єктом.

Приймаючи рішення щодо проектування очисних споруд, замовник повинен чітко розуміти, хто буде постачальником обладнання, відповідальним за монтаж, пусконаладжувальні роботи, розробку експлуатаційної документації (тимчасового технологічного регламенту експлуатації та інструкцій), необхідної для одержання дозволу на спеціальне водокористування, або для підключення до мереж міської каналізації, хто буде здійснювати сервісне обслуговування споруд.

Принципові рішення щодо типу очисних споруд дощових вод (проточні чи з накопичувачем) та їх кількості (одні великі споруди чи декілька споруд невеликої продуктивності) доцільно приймати до початку проектування, на етапі одержання технічних умов на водовідведення поверхневого стоку. Це збереже кошти і час: дозволить раціонально здійснити інженерну підготовку території, прийняти основні концептуальні рішення щодо вертикального планування, визначення басейнів водозбору та напрямків трас водовідведення.

При можливості водовідведення поверхневого стоку у самопливному режимі доцільно використовувати очисні споруди проточного типу, при неможливості – очисні споруди з регулюючим резервуаром, акумулюючою ємністю та насосними станціями. Доцільність застосування того чи іншого типу споруд визначається розрахунковим методом, виходячи з конкретних умов водовідведення.

На очисні споруди поверхневого стоку з селітебних територій та підприємств першої групи направляється лише найбільш забруднена частина поверхневого стоку. Очищення поверхневого стоку з території підприємств другої групи здійснюється у повному обсязі, оскільки він містить специфічні речовини з токсичними властивостями, значну кількість органічних речовин. При необхідності відведення у водний об'єкт поверхневого стоку з епідеміологічно небезпечних територій очищені води знезаражуються.

Поверхневий стік переважно забруднений плаваючим сміттям, піском, завислими речовинами, нафтопродуктами, органічними сполуками, реагентами від ожеледиці (взимку), важкими металами та іншими сполуками в залежності від басейну водозбору. Забрудненість поверхневого стоку селітебних територій та підприємств першої групи характеризується наступними показниками: завислі речовини, БСК, ХСК, нафтопродукти, азот амонійний, фосфати, рН. Для підприємств другої групи до цього переліку додаються специфічні речовини, характерні для конкретного виробництва. Цей перелік показників визначальний як для проектування очисних споруд, так і для здійснення контролю за їх функціонуванням органами екологічного та санітарно-епідеміологічного нагляду.

При відсутності фактичних даних щодо вмісту забруднюючих речовин у дощових і талих водах, приймаються розрахункові показники:

- для селітебних територій і підприємств першої групи: завислі речовини, БСК, ХСК, нафтопродукти – за ДСТУ 3013-95, азот амонійний та фосфати – за ДБН В.2.5-75:2013;
- для стоянок: завислі речовини, БСК, нафтопродукти – за ДБН В.2.3-15:2007;
- для доріг: завислі речовини, нафтопродукти – за ГБН В.2.3-218-007:2012;

- для підприємств другої групи – за ДСТУ 3013-95, галузевими нормативними документами.

Ефективність очищення забруднених дощових вод у кожному конкретному випадку визначається на підставі прийнятих концентрацій забруднюючих речовин та вимогами до якості очищених вод. Залежно від того, куди відводяться очищені води, їх якість повинна відповідати нормативним документам: правилам приймання у каналізацію, правилам відведення нормативно очищених зворотних вод у водойми різних категорій або технологічним вимогам на їх повторне використання у різних технологічних процесах.

Прийняті показники якості забруднених та очищених вод відображаються у завданні на проектування очисних споруд (технічному завданні).

Вибір методів та розроблення технологічної схеми очищення дощових і талих вод ґрунтується на теоретичних основах технології кондиціювання води, що враховують концентрацію забруднюючих домішок, їх фазово-дисперсний стан, а також особливості використання для очищення та доочищення води гідробіонтів різних трофічних рівнів, сорбентів, біодеструкторів.

Забруднюючі речовини знаходяться у воді у розчиненому (розчини), нерозчинному (завислі речовини) стані та у вигляді колоїдних систем (проміжний стан між розчином і грубодисперсними системами).

Нерозчинні забруднюючі речовини вилучаються механічним методом очищення, сутність якого полягає у гравітаційному, відцентровому та фільтраційному розділенні фаз. В залежності від дисперсності (розміру часток) та питомої ваги забруднюючих речовин застосовується різне обладнання. Для вилучення сміття використовують решітки і сита різних типів, фільтри грубих фракцій, проціджувачі; для вилучення піску – пісковловлювачі, гідроциклони, піскосепаратори; для вилучення дрібних часток – відстійники, фільтри із різним завантаженням. Спливаючі речовини (переважно нафтопродукти) вилучаються шляхом застосування напівзанурених перегородок, скімерів, плаваючих бонів.

Частина нафтопродуктів у дощових водах знаходяться у стані емульсій, які відносять переважно до систем середньої дисперсності, оскільки краплі нафтопродуктів мають розмір часток до 50 мкм. Для очищення дощових вод від емульсованих нафтопродуктів застосовують такий метод механічного очищення води як коалесценція. Цей метод працює на гравітаційному принципі і полягає в укрупненні (злитті) крапель дисперсної фази емульсії з повною втратою міжфазної поверхні, яка їх розділяє. В якості коалесцентних відділювачів використовують спеціальні пластини, коалесцентні фільтри.

Вилучення нафтопродуктів та завислих речовин, які містять органічні забруднення, сприяє зниженню концентрацій азоту амонійного, фосфатів, інших органічних речовин, які характеризуються показниками БСК і ХСК. Проте методи механічного очищення не можуть забезпечити достатній рівень очищення дощових і талих вод від цих речовин.

Для більш швидкого та більш ефективного очищення дощових і талих вод від основних забруднювачів, у тому числі від колоїдно-дисперсних речовин, застосовуються такі фізико-хімічні методи очищення, як флокуляція, коагуляція, флотація. Для очищення дощових вод від специфічних забруднювачів, характерних для підприємств другої групи, крім зазначених методів можуть використовуватися такі фізико-хімічні методи очищення, як електрокоагуляція, екстракція, сорбція та інші, а також хімічне очищення реагентами.

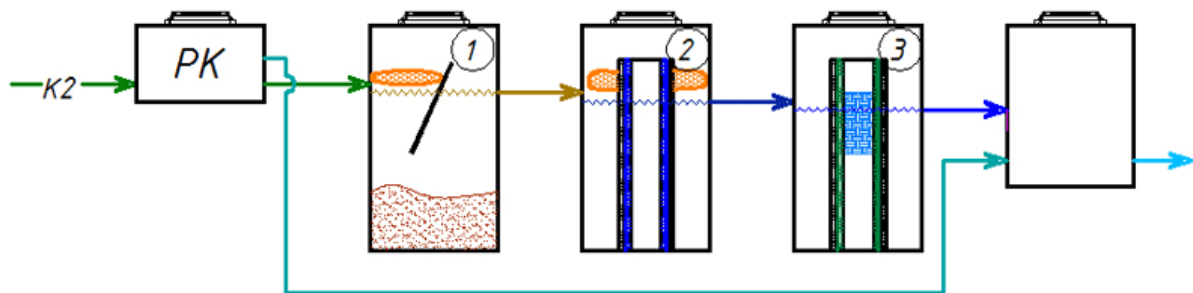
Для більш глибокого очищення (доочищення) дощових і талих вод використовуються фізико-хімічні (сорбція, йонний обмін), біологічні та біохімічні методи очищення.

Сорбційний метод очищення полягає у поглинанні твердим тілом або рідиною різноманітних речовин. В якості сорбційних матеріалів використовують вуглецеві та полімерні сорбенти. Йонний обмін – це зворотна хімічна реакція, при якій відбувається обмін іонами між твердою речовиною (іонітом) і розчином. В якості іонітів використовують цеоліти, бентонітові глини, вермикуліт, кам'яне і буре вугілля, торф, фероціаніди, фосфати, сульфід металів, високомолекулярні органічні сполуки. Сорбційні матеріали та іоніти потребують регенерації, промивки, періодичної заміни. Сорбція та йонний обмін застосовуються для очищення промзливових вод від нафтопродуктів, а також від специфічних забруднень з території підприємств нафтопереробної, хімічної, металургійної, фармацевтичної промисловості та інших.

Методи біологічного та біохімічного очищення базуються на застосуванні мікроорганізмів, які використовують забруднюючі речовини в якості поживних речовин і джерела енергії. В процесі біодеструкції зменшуються концентрації органічних забруднень, речовин, які знаходяться у воді в розчиненому стані. На цих методах базується робота аеробних і анаеробних біореакторів, біофільтрів, плаваючих нафтосорбційних бонів, завантажених препаратами-біодеструкторами, біоплато з вищими водяними рослинами. Біологічні та біохімічні методи застосовуються для очищення води від широкого спектру речовин у концентраціях, не токсичних для мікроорганізмів. Ці методи широкого застосовуються для очищення стічних вод і поверхневого стоку з території підприємств харчової, легкої, лісотехнічної, целюлозно-паперової, коксохімічної, нафтопереробної промисловості та інших.

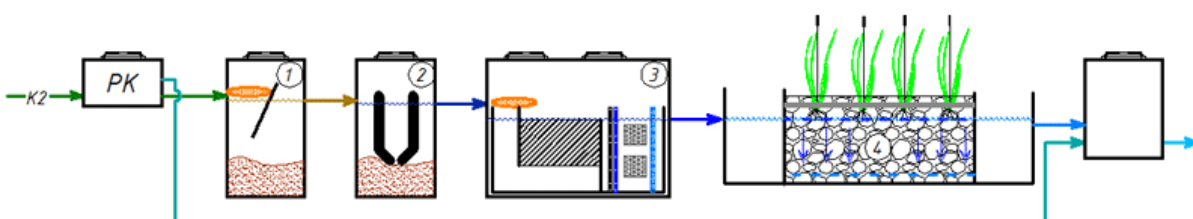
Таким чином, технологія очищення поверхневого стоку повинна включати не лише механічні методи очищення, а й фізико-хімічні та/або біологічні методи очищення.

На рисунках 1 – 5 наведено приклади технологічних схем очищення поверхневого стоку для об'єктів, які відрізняються потужністю, ступенем забрудненості води, заглибленням дощової мережі, вимогами до якості очищених вод тощо.



**Рис. 1.** Технологічна схема очищення поверхневого стоку з території автостоянок на блочно-модульному комплексі «ЕКМА-S» потужністю 10 л/с до норм на скид у дощову каналізацію міста у складі:

- 1 – «ЕКМА-П» – блок вилучення піску та грубодисперсних домішок з напівзануреною перегородкою і нафтособційним боном з препаратом-бідеструктором;
- 2 – «ЕКМА-Ф» – блок фільтрації та коалесценції з нафтособційним боном;
- 3 – «ЕКМА-Б» – блок доочищення на біологічному та сорбційному фільтрах.

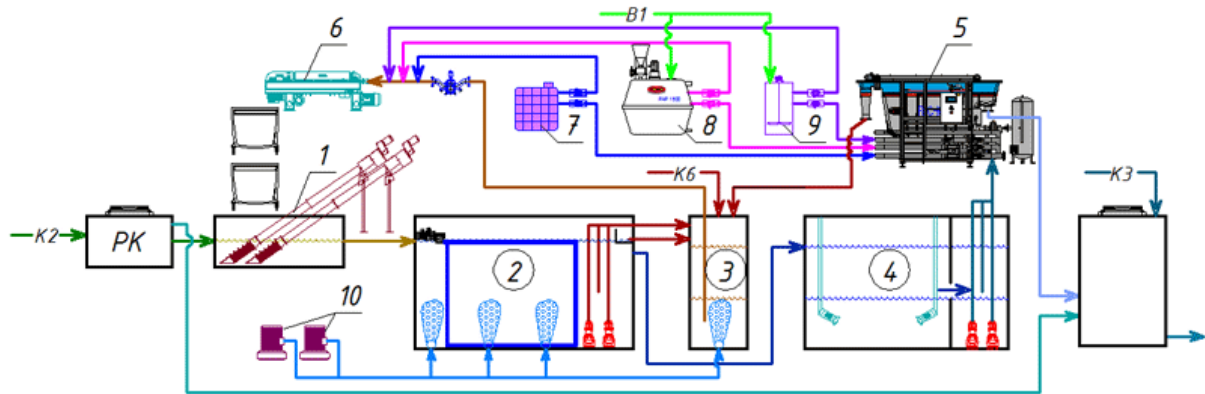


**Рис. 2.** Технологічна схема очищення поверхневого стоку з території логістичного комплексу на блочно-модульному комплексі «ЕКМА-L» потужністю 40 л/с до норм на скид у водойму культурно-побутового призначення у складі:

- 1 – «ЕКМА-П» – блок вилучення піску та грубодисперсних домішок з напівзануреною перегородкою і нафтособційним боном з препаратом-бідеструктором;
- 2 – «ЕКМА-Г» – блок вилучення піску з вбудованим гідроциклоном;
- 3 – «ЕКМА-Н» – блок нафтосепаратору у складі тонкошарового відстійнику, нафтособційного бону, коалісцентного відділювача, біологічного і сорбційного

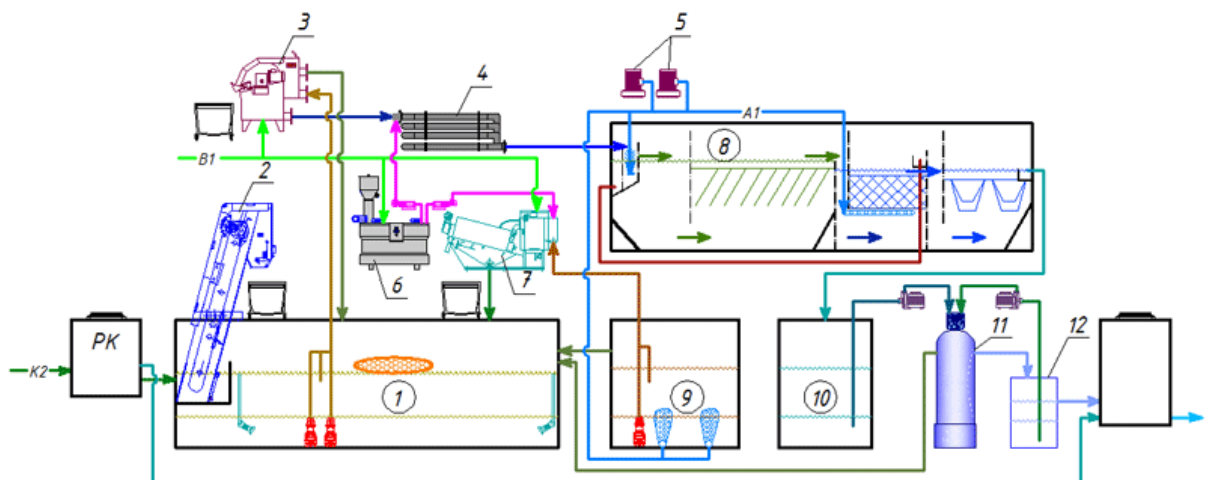
фільтрів;

4 – біоплато інфільтраційне для доочищення від органічних речовин і нафтопродуктів.



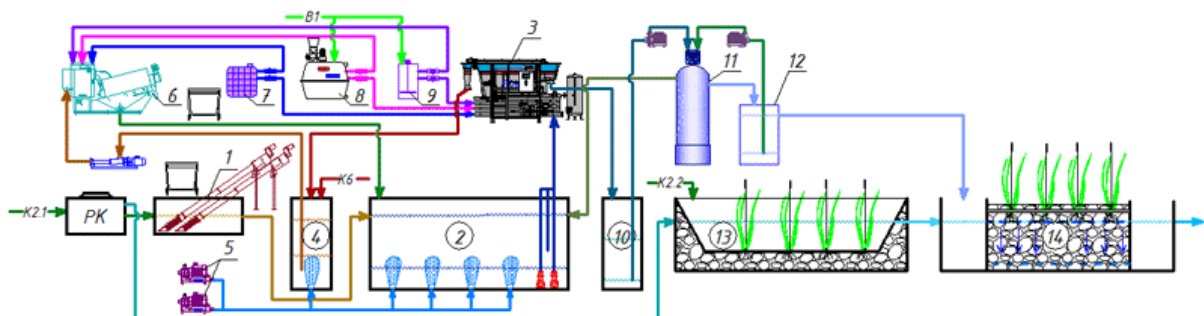
**Рис. 3.** Технологічна схема очищення поверхневого стоку з території маслоробного підприємства потужністю 70 л/с до норм на повторне використання у складі:

- 1 – шнекові решітки для вилучення грубо дисперсних домішок;
- 2 – флотатор-відстійник зі скребковим механізмом;
- 3 – аеробний стабілізатор осаду і шламу (К6 – трубопровід осаду від очисних споруд виробничих стічних вод підприємства);
- 4 – регулюючий резервуар з міксерами;
- 5 – флотатор;
- 6 – центрифуга для зневоднення осаду;
- 7 – ємність з робочим розчином коагулянту і насоси-дозатори;
- 8 – станція приготування і дозування робочого розчину флокулянту;
- 9 – станція приготування і дозування реагенту для коректування рН;
- 10 – повітродувки.



**Рис. 4.** Технологічна схема очищення поверхневого стоку з міської території (район промзони) потужністю 7 м<sup>3</sup>/годину до норм на скид у дощову каналізацію міста у складі:

- 1 – накопичувач забрудненого поверхневого стоку з міксерами, насосами і нафтосорбційним боном;
- 2 – решітка для вилучення грубо дисперсних домішок;
- 3 – барабанне сито;
- 4 – трубний змішувач;
- 5 – повітродувки;
- 6 – полімерна станція з насосами-дозаторами флокулянту;
- 7 – шнековий дегідратор для зневоднення осаду;
- 8 – блочно-модульний комплекс «ФЛОКФІЛ» у складі тонкошарового відстійнику, нафтосорбційного бону, коалісцентного відділювача, біологічного і сорбційного фільтрів;
- 9 – аеробний стабілізатор осаду;
- 10 – резервуар очищених на БМК «ФЛОКФІЛ» вод;
- 11 – сорбційний фільтр доочищення із гранульованим активованим вугіллям;
- 12 – ємність очищених вод.



**Рис. 5.** Технологічна схема очищення поверхневого стоку з території лісопереробного підприємства потужністю 10 м<sup>3</sup>/годину (К-2.1) та потужністю до 10000 м<sup>3</sup>/добу (К-2.2) до норм на скид у водойму культурно-побутового призначення у складі:

- 1 – шнекові решітки для вилучення грубодисперсних домішок;
- 2 – накопичувач забрудненого поверхневого стоку, обладнаний аераційною системою;
- 3 – флотатор;
- 4 – аеробний стабілізатор осаду;
- 5 – повітродувки;
- 6 – шнековий дегідратор для зневоднення осаду;
- 7 – ємність з робочим розчином коагулянту і насоси-дозатори;
- 8 – станція приготування і дозування робочого розчину флокулянту;
- 9 – станція приготування і дозування реагенту для коректування рН;

- 10 – резервуар фізико-хімічно очищених вод;
- 11 – сорбційний фільтр доочищення із гранульованим активованим вугіллям;
- 12 – ємність очищених вод.
- 13 – біоплато поверхнєве з габіонами із митого щебеню для очищення від органічних речовин і нафтопродуктів;
- 14 – біоплато інфільтраційне для доочищення від органічних речовин і нафтопродуктів.

У кожному конкретному випадку вибір технології та обладнання – це технічно обґрунтоване та економічно доцільне рішення з точки зору як капітальних вкладень, так і експлуатаційних витрат. Комплексний професійний підхід до прийняття основних проектних рішень забезпечить впровадження технологічно доцільних високоефективних економічно обґрунтованих методів очищення поверхневого стоку, які забезпечать нормативно стабільну експлуатацію збудованих очисних споруд.