



## Практичний досвід проєктування дільниці із знезараження та очищення відходів фармацевтичного виробництва

### Знезараження та очищення високотоксичних фармацевтичних відходів

Віктор Зайченко,  
Лариса Капліна

**ВІДХОДИ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ** – це відходи, що утворюються впродовж усього життєвого циклу фармацевтичної продукції (розроблення, виробництво, зберігання, транспортування, реалізація та використання кінцевим споживачем), лікарських засобів, термін придатності яких закінчився, а також фальсифіковані та неякісні лікарські засоби. Усі відходи поділяються на дві основні категорії – тверді та рідкі. Тверді відходи збирають, запаковують і відправляють на утилізацію, захоронення, знищення тощо.

У статті розглянуто тему поводження з рідкими відходами, що утворюються виключно під час виробництва фармацевтич-

ної продукції. Рідкі відходи також можна збирати та вивозити на утилізацію спеціалізованими організаціями. Але цей спосіб доцільно

застосовувати на виробництвах невеликої потужності, що мають незначну кількість рідких відходів. Проаналізуємо порядок дій для організації системи знезараження рідких стоків безпосередньо на виробничій дільниці або поряд із нею.

У сучасному світі фармацевтична галузь є одним з важливих секторів економіки. Кількість лікарських засобів та відходів, що утворюються в процесі їхнього виробництва, постійно збільшується, внаслідок чого зростає загроза забруднення навколишнього середовища.

Більша частина відходів фармацевтичної промисловості не є не-

безпечними і можуть бути поліпшені за допомогою достатньо простого способу – розведення водою в очисних спорудах підприємства до досягнення допустимих показників концентрації забруднюючих компонентів. Але є досить багато препаратів (антибіотики, цитостатики, цитотоксики, гормональні засоби тощо), наявність яких у стоках вкрай негативно впливає на здоров'я людей та стан довкілля.

Під час формування завдання на проектування замовник мусить розуміти важливість вихідних даних щодо технології виробництва лікарських засобів, а також технології знезараження активних і допоміжних речовин, що формують відходи.

Досить часто замовник припускається хибної думки, що проектувальник повинен знати технології виробництва лікарських засобів і знезараження відходів. Але це не так. Проектувальник може цього і не знати, і це не є ознакою його низької кваліфікації чи відсутності досвіду. Проектувальник має розуміти, як спроектувати та організувати весь процес, розрахувати та підібрати обладнання, створити необхідні умови для його встановлення та підключення. А технологію, в тому числі щодо поводження з відходами, надає замовник як вихідні дані.

При формуванні завдання на проектування виробництва лікарських засобів замовник повинен чітко розуміти ступінь токсичності діючих речовин (ОНС/ОЕВ\*) і надати цю інформацію проектувальнику як вихідні дані. Якщо в замовника відсутня така інформація, він може звернутися до виробника субстанції та/або до розробника продукту чи замовити цю послугу відповідним спеціалістам.

На етапі проектування очисних споруд проектувальник отримує технологію знезараження відходів від замовника. За відсутності такої у нього є два варіанти:

- звернутися до виробника субстанції та/або до розробника продукту;

- у своїй лабораторії або на контрактній основі дослідним шляхом розробити технологію знезараження.

Як зазначено вище, існують два основних шляхи, щоб унеможливити потрапляння високотоксичних відходів у навколишнє середовище:

- збір відходів спеціалізованими організаціями для подальшої утилізації, переважно термічної;
- знезараження відходів до допустимих показників та злив їх у каналізацію.

Потрібно пам'ятати, що каналізаційні стоки, що потрапляють в міську каналізацію, далі надходять у муніципальні очисні споруди, де має відбуватися їхнє очищення. Але здебільшого такі очисні споруди спроможні і мають умови очищувати лише звичайні побутові стоки. Тому виробник фармацевтичної продукції зобов'язаний подбати про знезараження та очистку рідких відходів у межах свого підприємства, щоб залишки фармацевтичних препаратів або їхніх похідних не потрапили в каналізацію і далі у природні водойми.

В стоках від виробництва (наприклад, антибіотиків, цитотоксичних чи гормональних препаратів) містяться АФС, без знешкодження (повного розкладу) яких скидання ні в систему міської каналізації, ні в природні водойми є неприпустимим.

У свою чергу знезараження відходів, що містять домішки високотоксичних продуктів, може відбуватися у такий спосіб:

- хімічний – за допомогою хімічних реагентів, можливе поєднання фізико-хімічних методів;
- біологічний – за допомогою біологічних агентів.

Рішення, який спосіб обрати на етапі проектування, залежить від вихідних даних, наданих за-

мовником, а саме – технології знезараження активних речовин. Можливо, доведеться створювати комбінацію декількох способів. Існує певна залежність між кількістю лікарських засобів, що виробляються на дільниці, та потужністю очисних споруд. Що більший асортимент продукції, то складнішою може бути система очищення стоків.

Проект очисних споруд зазвичай розробляють разом із проектуванням окремої дільниці з виробництва лікарських засобів і за хронологією він відбувається майже в останню чергу. Якщо виконується проект з реконструкції виробництва, то проектувальник має підібрати і погодити із замовником існуючі приміщення або майданчик, розташований поруч з виробничим корпусом, для розміщення очисних споруд. Після цього на основі вихідних даних з технології знезараження стоків розробляють і погоджують схему, згідно з якою розраховують, підбирають і розміщують необхідне обладнання.

В процесі технологічного виробництва важливо мінімізувати кількість відходів, що потрапляють в стоки. Особливо це стосується виробництва твердих форм, під час якого обробляється велика кількість сухих продуктів. Тому перед вологим очищенням потрібно максимально видалити забруднення за допомогою сухого способу із застосуванням вакуумних систем тощо. Таким чином частину відходів перетворюють на сухі відходи та відправляють на спалювання.

Для реальної оцінки кількості стоків, що утворюються після очищення обладнання, важливою є співпраця замовника і розробника технологічного обладнання для отримання інформації щодо об'ємів стоків від кожної одиниці, очищення яких виконується за допомогою СІР-станцій.

\*ОНС – Occupational Health Categories.  
ОЕВ – Occupational Exposure Band.

Таблиця

| Стадія/крок       | Середовище для очистки | Детергент, так/ні | Споживання, м <sup>3</sup> /хв | Тривалість, хв | Споживання, м <sup>3</sup> /год |             |             |
|-------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------|-------------|
|                   |                        |                   |                                |                | ХВ                              | ГВ          | ВО          |
| Підготовка        |                        |                   | 0,0                            | 5              |                                 |             |             |
| Передочистка 1    | холодна вода (ХВ)      | Ні                | 3,0                            | 3              | 0,15                            |             |             |
| Передочистка 2    | холодна вода (ХВ)      | Ні                | 2,0                            | 5              | 0,17                            |             |             |
| .....             |                        |                   |                                |                |                                 |             |             |
| Основна очистка 1 | гаряча вода (ГВ)       | Ні                | 2,0                            | 5              |                                 | 0,17        |             |
| Основна очистка 2 | гаряча вода (ГВ)       | Так               | 3,0                            | 3              |                                 | 0,15        |             |
| .....             |                        |                   |                                |                |                                 |             |             |
| Основна очистка   | вода очищена (ВО)      | Ні                | 4,5                            | 2              |                                 |             | 0,15        |
| <b>ВСЬОГО:</b>    |                        |                   |                                | <b>174</b>     | <b>0,77</b>                     | <b>2,69</b> | <b>0,72</b> |

В об'ємі цих даних потрібно отримати наступну інформацію (як приклад: див. таблицю).

Це ті режими очищення та відповідна кількість миючих речовин, які повинні гарантовано забезпечити належне очищення обладнання.

Як приклад для розкладу АФС може бути вибраний один із найбільш ефективних процесів, у якому під дією окисника (пероксид водню, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) та ультрафіолетового (УФ) випромінювання в присутності каталізатора молекули АФС переходять у форму простих сполук, що можуть розкладатися біологічним способом, тобто стоки з їхнім вмістом допускається відводити в систему каналізації.

Механізм розкладання АФС може бути виконаний з допомогою таких реакцій: світло певної довжини хвилі розщеплює H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> з утворенням гідроксильних радикалів із високою реакційною здатністю, які здійснюють реакцію розкладання у водних розчинах органічних та неорганічних сполук.

У такий спосіб гідроксильні радикали не тільки генеруються з найменшою кількістю хімічних речовин, але й отримання їх відбувається в умовах найбільш економічного споживання енергії.

Руйнування органічних сполук проходить ланцюжок реакцій за участі активних радикалів. При цьому потрібне достатнє поглинання УФ цими речовинами, які можуть бути селективно зруйновані за відповідних умов процесу. Можливість селективного окиснення токсичних інгредієнтів є найбільшою перевагою в частині ефективності та економічності застосування процесу фотолітичного окиснення.

Процес обробки стоків відбувається в режимі безперервної циркуляції стоків у декілька стадій, в ході яких автоматично регулюються дозування хімікатів, значення рН та температури, а також швидкість подачі стічних вод в УФ-реактор.

Блок управління забезпечує програму очищення в повністю автома-


тичному режимі. На кожній стадії обробки обслуговуючий персонал може змінювати технологічні параметри, завдяки чому досягається оптимізація процесу очищення.

Валідація процесу очищення для різних режимів роботи виробничої дільниці має гарантувати безпеку стоків та як наслідок можливість їхнього спрямування в міську каналізаційну систему. Розробка аналітичних методів визначення молекул АФС та їхньої чутливості – запорука успішної валідації процесу очищення та гарантія екологічної безпеки виробництва в цілому.

Отже, очищення або знезараження стоків потребує належної підготовки вихідних даних для проектування та активної співпраці замовника і проектувальника на всіх стадіях процесу розробки проекту. ■



**ТОВ «ІНЖЕНІУМ ГРУП»**  
 07400, Україна, м. Бровари  
 вул. Героїв України, 16, оф. 47, 48  
 Моб. тел.: +38 067 576 05 07  
[zaychenko@engeniум.pro](mailto:zaychenko@engeniум.pro)





@engeniум.pro 

