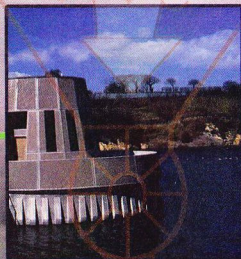
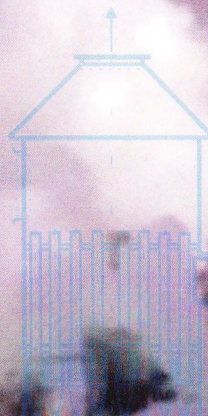
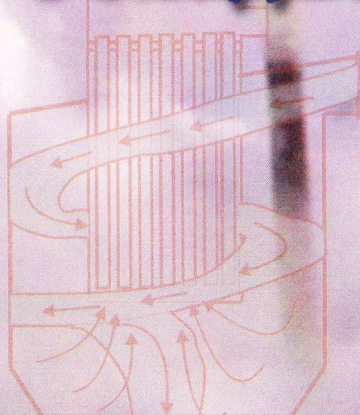


Л.В. Левандовський
Н.О. Бублієнко
О.І. Семенова

Природо- охоронні технології та обладнання



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Л.В.Левандовський
Н.О.Бублієнко
О.І.Семенова

ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

*Затверджено
Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України
як підручник для студентів
вищих навчальних закладів*

Київ НУХТ 2013

*Гриф Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України.
Лист № 1/11 — 20013 від 25.12.12 р.*

УДК 628.356; 628.113; 628.543

Р е ц е н з е н т и: **Г.М. Франчук**, доктор технічних наук, професор кафедри екології Національного авіаційного університету; **В.П. Матейчик**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету; **Ю.А. Скиба**, кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології Національного педагогічного університету ім. М.П.Драгоманова.

Левандовський Л.В., Бублієнко Н.О., Семенова О.І. Природоохоронні технології та обладнання: Підруч. — К.: НУХТ, 2013. — 243 с.

ISBN 978-966-612-137-3

Викладено основні екологічні проблеми харчової промисловості, охарактеризовано технології, що застосовуються для їх вирішення. Розглянуто традиційні та сучасні види обладнання природоохоронного призначення. Наведено методики розрахунку основних видів очисного обладнання, а також приклади розрахунку.

Для студентів вищих навчальних закладів напрямів підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», «Харчові технології та інженерія». Може бути використаний магістрантами та аспірантами, які спеціалізуються в екологічному напрямі, та фахівцями харчової промисловості.

ISBN 978-966-612-137-3 УДК 628.356; 628.113; 628.543

© Л.В. Левандовський,
Н.О. Бублієнко,
О.І.Семенова, 2013
© НУХТ, 2013

*Присвячено 130-річчю
Національного університету
харчових технологій*

ВСТУП

Модель сталого екологічно безпечного розвитку суспільства є однією із пріоритетних концепцій прогресу сучасного людства. Раціональне використання природних ресурсів, охорона навколишнього середовища, забезпечення екологічної безпеки є основними складовими та обов'язковими умовами сталого соціального та економічного розвитку України.

Для досягнення такої мети держава має здійснювати екологічну політику, що гармонійною взаємодією природи та суспільства забезпечує захист і збереження живої та неживої природи, охорону здоров'я людей від негативного впливу забрудненого навколишнього середовища.

Функціонування будь-яких промислових підприємств, у тому числі харчової та переробної галузей, пов'язано з утворенням і виведенням у довкілля значної кількості газоподібних, рідких і твердих відходів. Оскільки розроблення та впровадження мало- та безвідходних технологій в Україні ще не набули системного та всеосяжного характеру, проблема очищення забруднених викидів і стічних вод до встановлених нормативів надзвичайно актуальна. Тому підготовка інженерних кадрів і спеціалістів-екологів для різних галузей промисловості України має враховувати набуття студентами знань, умінь і навичок щодо підбору, застосування і розрахунків сучасних природоохоронних технологій та обладнання для їх реалізації.

Підручник підготовлено з урахуванням того, що студент опанував основи загальної, неорганічної та органічної хімії, мікробіології, процесів та апаратів харчових виробництв, біологічної хімії, вимірювання параметрів навколишнього середовища, нормування антропогенного навантаження на довкілля, екологічної та біобезпеки, екологічної біотехнології, технології та екологізації харчових виробництв, а також сформував уявлення про

екологічний стан галузей харчової та переробної промисловості, джерела забруднення навколишнього середовища промисловими підприємствами та основні засоби очищення і раціональної утилізації різноманітних відходів.

Підготовку спеціалістів за напрямами «Екологія та охорона навколишнього середовища», «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», «Харчові технології та інженерія» здійснює цілий ряд вищих навчальних закладів і коледжів України, тому цей підручник буде корисним широкому колу студентів, магістрантів та аспірантів нашої держави.

Зміст та обсяг підручника відповідає освітньо-професійній програмі підготовки фахівців зазначених напрямів і програмі навчальної дисципліни «Природоохоронні технології та обладнання» та містить сучасні погляди на принципи природоохоронної діяльності у харчовій промисловості, зокрема щодо очищення газопилових і газодимових викидів і забруднених стічних вод. У підручнику наведено теоретичні основи і практичні рекомендації щодо вибору способів очищення забруднених викидів і скидів харчових виробництв, методичні основи розрахунку основних пристроїв, апаратів та обладнання природоохоронного призначення.

Наведені у підручнику методи розрахунку основних природоохоронних процесів та обладнання для їх реалізації можуть бути використані не тільки для вирішення екологічних проблем харчових підприємств, а значною мірою є універсальними, що створює умови для використання поданого матеріалу студентами-екологами навчальних закладів, що здійснюють підготовку фахівців для інших галузей промисловості України.

1 СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВІТЧИЗНЯНИХ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Запорукою сталого розвитку нашої держави є збереження і відновлення довкілля. Недотримання умов гармонійного співіснування природи і суспільства ставить під загрозу життєдіяльність людства. Новітня історія має чимало прикладів того, як споживацьке та насильницьке ставлення до природи супроводжується виникненням серйозних загроз повноцінному існуванню будь-якої країни. Вплив негативних антропогенних чинників на навколишнє природне середовище вже тепер перевищує компенсаційні можливості біосфери [7]. Нині межі розвитку людства визначаються ступенем екологічних порушень, а не простим споживанням ресурсів. Втручання людини у природні процеси зайшло вже так далеко, що пов'язані з цим зміни можуть виявитись незворотними у разі невжиття серйозних господарських природоохоронних заходів.

Економіці України притаманна висока питома вага ресурсомістких та енергоємних технологій, проектування і впровадження яких здійснювалися «найдешевшим» способом — без будівництва очисних споруд. Це стосується і харчових виробництв.

Харчова промисловість України об'єднує 25 підгалузей, що мають понад 22 тисячі підприємств, асортимент продукції яких перевищує 4 тисячі найменувань [4]. Питома вага харчової і переробної промисловості в загальному обсязі промислового виробництва країни становить близько 18 % і за цим показником галузь посідає друге місце в економіці країни.

За ступенем антропогенного впливу на довкілля харчова промисловість України справляє значно меншу негативну дію, ніж цілий ряд інших галузей: металургійна, гірничо-видобувна, хімічна, нафтопереробна, теплоенергетична, целюлозно-паперова тощо. Водночас технологічні процеси виробництва багатьох

харчових продуктів характеризуються високими питомими витратами сировини, палива, енергії, води та інших природних ресурсів, що робить їх неконкурентоспроможними на міжнародному ринку. Крім того утворені і виведені у навколишнє середовище виробничі відходи різного агрегатного стану та хімічного складу забруднюють атмосферу, водойми та ґрунти, що негативно впливає на екологічну безпеку довкілля і, зокрема, рослинної та тваринної сировини для харчових виробництв [4].

Багато років підприємства харчової промисловості (та й інших галузей) не мали мотивації щодо серйозних практичних дій в плані екологізації виробництва та раціональної утилізації або очищення відходів за встановленими вимогами. Причини: необхідність вкладання великих коштів для вирішення цих проблем, незначна реальна підтримка та відсутність економічного стимулювання природоохоронних заходів з боку держави, невелика плата за скиди і викиди у довкілля [7].

Таке становище стало наслідком недостатнього впровадження мало- та безвідходних харчових технологій, а також того, що на більшості підприємств працює морально застаріле і фізично спрацьоване природоохоронне устаткування (пило- та водоочисні споруди) або його зовсім немає, практично немає технологій перероблення виробничих відходів тощо. Але в останнє десятиріччя, коли постала потреба у входженні українських підприємств у європейську та світову економічну спільноти та одержанні міжнародних сертифікатів не тільки щодо якості продукції, а й екологічного стану виробництва, актуальність екологізації харчових підприємств різко зростає.

В умовах економічної та екологічної кризи перед харчовою промисловістю України постало завдання не тільки збільшити обсяги виробництва доступних для широких верств населення традиційних продовольчих товарів, а й забезпечити споживачів біологічно повноцінними та екологічно безпечними харчовими продуктами на основі натуральної сировини [25]. Актуальним є застосування інноваційного підходу до створення принципово нових та удосконалення існуючих технологій, що передбачає реалізацію принципів енерго- та ресурсозаощадження, інтенсифікацію і екологізацію технологічних процесів тощо. При цьому глибоке комплексне перероблення сільськогосподарської сировини сприятиме не тільки збільшенню обсягів виробництва повноцінних за складом харчових продуктів, а й зниженню негативного впливу виробничих комплексів на довкілля [30].

1.1. Забруднення атмосфери

Усі речовини антропогенного походження, що забруднюють атмосферу, класифікують за природою (матеріальні або енергетичні), ступенем хімічної активності або інертності, агрегатним станом, хімічним складом, розміром частинок тощо. Крім того, вони різняться за ступенем небезпеки і впливом на людину. Відомо чотири класи речовин, що забруднюють атмосферу: надзвичайно небезпечні (ртуть та ін.), високонебезпечні (оксиди сульфуру та нітрогену), помірно небезпечні (сажа, попіл) та малонебезпечні (гас, аміак).

Викиди промислових підприємств поділяють на організовані та неорганізовані. *Організовані* промислові викиди виводяться в атмосферу через спеціально споруджені газоходи, *неорганізовані* надходять в атмосферу у вигляді потоків газу внаслідок порушення герметичності обладнання, через брак або незадовільну роботу обладнання для відсмоктування газу в місцях завантаження, вивантаження і зберігання продукту, а також через повітряні ліхтарі цехових приміщень.

Викиди в атмосферу харчовими підприємствами можна поділити на такі групи [12]:

- утворювані під час виділення енергії та теплоти і внаслідок використання транспортних засобів із двигунами внутрішнього згорання;
- утворювані внаслідок здійснення технологічних процесів;
- із цехів переробки вторинних матеріальних ресурсів;
- із допоміжних цехів і виробництв.

Джерелами першої групи викидів на харчових підприємствах є паросилове обладнання, а другої — автотранспорт, хлібопекарські та кондитерські печі, коптильні установки м'ясокомбінатів тощо. Слід зазначити, що два загальнозаводських джерела забруднення повітря — котельня та автотранспорт — є на всіх підприємствах харчової промисловості. Кожна заощаджена гігакалорія теплоти запобігає викиду в атмосферу 2,2 кг пилу, 3 кг оксиду сульфуру та 1 кг оксиду нітрогену, а 1 тис. кВт-год електроенергії — 4,2 кг твердих частинок пилу, 5,6 кг оксиду сульфуру, 1,8 кг оксиду нітрогену.

Різні галузі харчової індустрії мають свої специфічні технологічні викиди на окремих стадіях виробничих процесів, що різняться кількістю, хімічним складом і шкідливістю для довкілля [30, 31].

Викиди на *цукрових заводах* це в основному вапняний, жомовий і цукровий пил, гази після сатурації та сульфітації соків і сиропів (CO₂, SO₂) тощо.

У *виробництві солоду і пива* специфічними викидами є зерновий і борошняний пил, що утворюються під час приймання, транспортування та очищення зерна і солоду, а також подрібнення солоду і зерна. У процесі пророщування зерна утворюються вуглекислий газ і леткі сполуки, що викидаються в атмосферне повітря. Під час сушіння солоду в сушарках утворюється велика кількість летких сполук, що видаляються разом із сушильним газом в атмосферу.

Із компресорних установок відводиться аміак або фреон, залежно від типу та призначення обладнання.

На стадії миття пляшок у атмосферу викидаються пари лугу (близько 0,1 т за рік).

На *кондитерських фабриках* до шкідливих організованих викидів, крім димових газів котельні, належать технологічні газопилові потоки: пил (борошняний, цукровий, крохмальний, какавели), оксиди нітрогену та карбону, що надходять у атмосферу з печей для випікання вафель, печива, тортів тощо.

Великою кількістю шкідливих відходів характеризується *м'ясопереробне виробництво*. Основними забрудниками повітря є дільниці технічних і кормових продуктів, переробки жирів, ковбасні виробництва та водоочисні споруди. В цеху технічних фабрикатів повітря забруднюється викидами від транспортування, подрібнення, термічного оброблення сировини, виробництва м'ясо-кісткового борошна, висушування крові та зневоднення жиру.

Багато шкідливих газів утворюється на дільниці передзабійного утримання тварин. Джерелом їх утворення є гній та відходи корму.

Газові викиди утворюються в цеху первинного перероблення забитих тварин у процесі обсмалювання вух, голів і туш. Вони також утворюються в цехах зберігання та оброблення шкір, виготовлення сухої крові тощо. Хімічний склад газових викидів м'ясокомбінатів та їх кількість визначаються потужністю підприємства і асортиментом продукції. Ці викиди містять кислоти (оцтову, пропіонову, масляну, ізомасляну, валер'янову), альдегіди (ацетальдегід, масляний, капроновий, фурфурол, акролеїн), кетони (метилетилкетон, метилбутилкетон, діацетил), спирти і феноли (етанол, бутанол, крезол, пропанол, фенол,

пірокатехін), ефіри (похідні пірогалолу та гваяколу тощо), похідні сульфуру (сульфіди і дисульфіді) та сірководню (меркаптани), аміни (метил-, диметил- і триметиламіни, диетиламін, триетиламін, дибутиламін), вуглеводні (метан, етан, пропан, бутан) та неорганічні сполуки (оксиди сульфуру і нітрогену, сірководень, аміак тощо). Цілий ряд цих сполук має надзвичайно неприємний запах, що відчувається за наявності лише кількох десятків молекул у 1 м³ повітря.

У коптильному димі виробництва різноманітних копчених м'ясопродуктів містяться смолисті та інші небезпечні для здоров'я людей сполуки.

Обсяг технологічних газопилових викидів у *молокопереробній промисловості* відносно невеликий і пов'язаний, головним чином, із виробництвом сушених продуктів (казеїну, сушеного молока та деяких інших). Так, у виробництві казеїну багато пилу утворюється під час подрібнення та сушіння, викиди в атмосферне повітря можуть містити до 500 мг/м³ казеїнового пилу. Певна кількість органічного пилу потрапляє в атмосферу також із сушарок під час виготовлення сушеного молока, вершків, сироватки тощо.

У *виробництві олії* атмосферне повітря забруднюється на кількох технологічних стадіях. Насіння соняшнику перед зберіганням продувають повітрям у сепараторах і на віялках, при цьому видаляється велика кількість пилу (5...8 г/м³). Викиди очищають переважно в циклонах, ступінь очищення в яких не перевищує 85 %. Тому велика кількість пилу потрапляє в атмосферне повітря.

Під час зберігання на складі насіння провітрюють і сушать підігрітим повітрям. Вентиляційні викиди містять леткі продукти метаболізму сировини, вуглекислоту, що утворюється під час дихання насіння, і надходять в атмосферне повітря. У процесі екстрагування олії у повітря можуть потрапляти пари екстрагенту (бензину, гексану). Те саме спостерігається і в процесі сушіння шротини (залишки сировини після виділення олії пресуванням та екстрагуванням).

На *спиртових заводах*, що переробляють зерно, утворюються викиди сміттевого та зернового пилу в процесі очищення сировини на повітряно-ситових сепараторах. Під час дріжджогенерування та бродіння утворюються гази, що містять переважно карбондіоксид та невелику кількість етанолу, альдегідів, складних ефірів, летких органічних кислот, вищих спиртів. Після абсорбційного уловлювання спирту ці гази використовують як вторинний матеріальний

ресурс із одержанням зрідженого товарного CO₂, що запобігає збільшенню кількості парникових газів у атмосфері.

Із брагоректифікаційного відділення в атмосферу можуть потрапити етиловий та вищі спирти, альдегіди, метанол та інші небезпечні речовини.

Серйозними джерелами псування атмосферного повітря у регіонах розташування підприємств цілого ряду харчових галузей є поля фільтрації, що здебільшого перетворилися на відстійники. У цих спорудах відбувається гниття середовищ (переважно технологічних стічних вод), які містять багато органічних речовин, з утворенням різноманітних токсичних речовин, що тхнуть, зокрема метиламінів, аміаку, сірководню, меркаптанів, індолу, скатолу тощо.

Особливо гострою ця проблема є для спиртових, цукрових і м'ясопереробних заводів.

Усі харчові підприємства мають санітарно-захисну зону (СЗЗ) — смугу землі, що відділяє їх від житлової зони.

Для захисту повітряного басейну необхідне здійснення комплексу заходів, у першу чергу, впровадження сучасних маловідходних, безвідходних, енергозберігальних технологій, а також високоефективних пило- та газоочисних споруд, що здатні забезпечити необхідний рівень гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднювальних речовин у атмосферному повітрі на межі СЗЗ та в районі прилеглої житлової зони.

1.2. Характеристика стічних вод харчових підприємств

Виробництво харчових продуктів на промислових підприємствах потребує значної кількості води, у тому числі питних кондицій.

Питомі витрати води на виробництво деяких продуктів

<i>Продукт</i>	<i>Водоспоживання</i>
Цукор	60 м ³ /т
Дріжджі пресовані	100 м ³ /т
Спирт	1 450 м ³ /1 000 дал
Пиво	20 м ³ /1 000 дал
М'ясопродукти	9 м ³ /т м'яса
Рибне борошно	4 м ³ /т риби
Молокопродукти	3...5 м ³ /т молока
Хлібобулочні вироби	4...5 м ³ /т
Макаронні вироби	10...11 м ³ /т
Солод	20 м ³ /т

У деяких технологіях вода входить до складу готової продукції (виробництво хлібобулочних і кондитерських виробів, безалкогольних та алкогольних напоїв, пива, консервів тощо) і не потрапляє до стічних вод. Вода використовується також для здійснення багатьох технологічних процесів харчових виробництв: гідротранспортування сировини та напівпродуктів, миття сировини, тари, обладнання, приміщень, приготування живильних середовищ, поверхневе охолодження апаратів та агрегатів, вакуум-охолодження середовищ тощо [19, 30].

Реалізація технологій харчових продуктів супроводжується утворенням значної кількості скидів стічних вод, до яких переходить близько третини перероблюваної сировини, а концентрація забруднювальних компонентів у них у 10...100 разів більша, ніж у господарсько-побутових.

**Кількість стічних вод, що утворюється
на підприємствах харчової промисловості**

<i>Підприємство</i>	<i>Кількість стічних вод</i>
Хлібозавод потужністю 30 т/добу	2,8 м ³ /т виробів
Хлібозавод із кондитерським цехом потужністю 40 т/добу	3...4 м ³ /т виробів
Макаронна фабрика потужністю 105 т/добу	5,3 м ³ /т виробів
Дріжджовий завод	170 м ³ /т дріжджів
Консервний завод, що переробляє огірки	4...5 м ³ /1 000 умовних банок
Завод із виробництва цукру-піску	1,7 м ³ /т буряка
Завод первинного виноробства	0,2 м ³ /т винограду
Завод вторинного виноробства (марочні вина)	28 м ³ /т винограду
Завод шампанських вин (резервуарний спосіб)	6,7 м ³ /1 000 пляшок шампанського
Меясно-спиртовий завод із цехом хлібопекарських дріжджів	830 м ³ /1 000 дал спирту
Спиртовий завод, що переробляє зерно	1 300 м ³ /1 000 дал спирту
Завод із виробництва солоду	18 м ³ /т солоду
Пивоварний завод	76 м ³ /1 000 дал пива

Стічні води харчових виробництв різноманітні як за компонентним складом, так і за концентрацією забруднювальних речовин і є складною фізико-хімічною системою.

Виробничі стічні води *цукробурякового виробництва* умовно поділяють на три категорії.

До *першої категорії* належать конденсати випарних установок і вода від охолоджувальних установок, що характери-

зуються в основному підвищеною температурою та незначним вмістом органічних сполук.

Транспортерно-мийна вода, що використовується під час гідротранспортування та миття буряку, належить до *другої категорії*. Ця вода сильно забруднена, головним чином, ґрунтом, змитим із коренів буряку (вміст завислих речовин — 45... 50 г/дм³). Після видалення завислих речовин у відстійниках різних типів цю воду включають у систему оборотного водопостачання.

Найзабрудненішими у виробництві цукру є стічні води *третьої категорії*. Їх утворюють осади транспортерно-мийних і жомопресових вод, води від миття технологічного обладнання і виварювання випарних апаратів, стоки ТЕЦ і лабораторії, води від прання фільтрувальних тканин тощо. Склад вод третьої категорії суттєво коливається залежно від конкретної схеми водовідведення, якості цукрового буряку та інших умов. Величина біологічного споживання кисню (БСК) цих вод — 3 500...7 500 г O₂/м³.

Спиртові підприємства, як і цукрові, є потужними джерелами забруднення стічних вод. Найконцентрованішими за забрудненнями вважають води від миття обладнання та післяспиртову (меясну або зернову) барду. Величина хімічного споживання кисню (ХСК) меясної барди — 45 000... 60 000, зернової — 25 000...30 000 г O₂/м³, а рН середовища — відповідно 4,5...5,0 та 4,2...4,6.

Стічні води *спеціалізованих дріжджових заводів* утворюються культуральною рідиною, що є відходом після виділення дріжджів і вод від миття обладнання і фільтрувальних матеріалів. Ці води висококонцентровані за забрудненнями (ХСК — 1 500...6 500 г O₂/м³, концентрація завислих речовин — 300...800 г/м³).

Стоки *пивоварних підприємств* різномірні. Розрізняють стічні води солодового, пивоварного виробництв і стоки цехів розливу. Основні показники загального стоку: рН 6...7, вміст завислих речовин — до 400 г/м³, ХСК — близько 1 500 г O₂/м³.

Стічні води *хлібозаводів і кондитерських фабрик* характеризуються наявністю завислих речовин у кількості 150 г/м³, рН 6...7, ХСК — 600...800 г O₂/м³. Стоки кондитерських виробництв мають підвищений вміст жирів і завислих речовин.

У технології вина більш забруднені стічні води *первинного виноробства*. Залежно від апаратурно-технологічної схеми показники стоків можуть коливатися у широких межах,

зокрема, вміст завислих речовин — 100...2 500 г/м³, рН 5...8, БСК — 50...2 700 г О₂/м³.

У процесі виробництва олії з насіння соняшнику на *оліе-екстракційних заводах* утворюються стічні води з ХСК близько 2 500 г О₂/м³ і вмістом жиру 1 г/дм³, а буферні води після очищення (рафінування) олії мають ХСК на рівні 7 000 г О₂/м³ і містять 3,0...3,5 г/дм³ жиру.

Забрудненість стоків *м'ясопереробного виробництва* одна з найбільших серед підприємств інших галузей харчової промисловості. На різних стадіях технологічного процесу у стічні води потрапляють як органічні речовини (гній, кров, канига, частинки тваринних тканин, жиру тощо), так і неорганічні (пісок, кухонна сіль, нітрати та ін.). Показники усередненого стоку м'ясокомбінату: рН — близько 6,5, ХСК — 3 500...4 000, БСК — 2 700...3 200 г О₂/м³, вміст завислих речовин — 400...600, а жиру — 500...600 г/м³.

Стічні води *молокопереробних заводів* утворюються внаслідок миття тари, технологічного обладнання, приміщень, потрапляння у ці води молока, продуктів його переробки, мийних засобів тощо. Характеристика стічних вод має значні коливання залежно від профілю виробництва та асортименту продукції: ХСК — 600...8 500 г О₂/м³, вміст жиру — 100...2 500, а завислих речовин — 300...600 г/м³.

Як видно з наведеного, стічні води харчових виробництв забруднені переважно органічними домішками, що є залишками сировини та продуктів її трансформації. На жаль, тепер ці води та інші відходи переважно викидають за територію заводів.

Поблизу спиртових і цукрових заводів та м'ясокомбінатів розміщено велику кількість відстійників, так званих «полів фільтрації», в яких десятиріччями загнивають органічні речовини. Це призводить до забруднення підземних вод, ґрунтів і атмосферного повітря.

На багатьох підприємствах стічні води, що містять розчинні і важкорозчинні органічні сполуки, скидають у міську каналізаційну мережу, з якої вони потрапляють на міські очисні споруди. Останні часто мають недосконалі технології і здебільшого працюють незадовільно, тому недостатньо очищена стічна вода може потрапляти в природні водойми. При цьому у водоймах відбувається окиснення вуглеводів, білків і жирів за участю розчиненого кисню, що є одним із найважливіших факторів існування гідробіонтів. Наслідком цього є погіршення умов

життєдіяльності останніх і порушення динамічної рівноваги водних екосистем.

Із метою запобігання негативним наслідкам скидання забруднених вод у природні водойми існують встановлені державні нормативи щодо їх складу. До загальних показників якості промислових вод, що скидаються у відкриті водойми господарсько-питного і культурно-побутового призначення, належать: запах, забарвленість, вміст завислих речовин, величина рН, концентрація розчиненого кисню, температура, біохімічне споживання кисню (БСК), мінеральний склад тощо.

Суворі правила щодо скидання стічних вод промислових підприємств у природні водойми ставлять високі вимоги до ступеня очищення стоків з урахуванням їх складу та властивостей.

Способи очищення стічних вод поділяються на механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні [6, 19].

На особливу увагу на підприємствах харчової промисловості заслуговують біологічні способи очищення. Досягнення останніх десятиліть у мікробіології, гідробіології та біотехнології дають змогу стверджувати, що сучасні біологічні способи можна успішно використовувати для очищення стічної води від більшості забруднювальних компонентів.

Щодо відносної дешевизни, прибутковості, надійності та екологічної бездоганності біологічне очищення стічних вод підприємств харчової промисловості має безсумнівну перспективу закріпити свою роль в охороні водного басейну від забруднень.

Отже, з метою захисту наколишнього природного середовища для реалізації природоохоронних заходів (очищення газодимових і газопилових викидів і забруднених стічних вод) треба використовувати різноманітні способи та обладнання, підбір і розрахунки яких викладено в цьому підручнику.

Запитання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте сучасні екологічні проблеми харчової промисловості України.
2. Назвіть основні причини негативного впливу харчових виробництв на довкілля.
3. Дайте характеристику джерел забруднення повітря на харчових підприємствах.
4. Назвіть джерела утворення і величини забруднень стічних вод у виробництві різних харчових продуктів.
5. Обґрунтуйте пріоритетність біологічних способів очищення стічних вод харчових виробництв.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВІТЧИЗНЯНИХ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	5
1.1. Забруднення атмосфери.....	7
1.2. Характеристика стічних вод харчових підприємств.....	10
<i>Запитання для самоконтролю</i>	<i>14</i>
2. ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ І СХЕМИ ОЧИСНИХ СТАНЦІЙ	15
<i>Запитання для самоконтролю</i>	<i>24</i>
3. МЕХАНІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТІЧНИХ ВОД	25
3.1. Очищення стічних вод на ґратках.....	25
3.2. Очищення стічних вод на пісковловлювачах.....	28
3.3. Очищення стічних вод у відстійниках.....	33
3.4. Гідроциклони.....	42
3.5. Центрифуги	44
3.6. Жироловки.....	45
3.7. Очищення стічних вод на фільтрах	47
3.8. Мулові майданчики	49
<i>Запитання для самоконтролю</i>	<i>51</i>
4. ФІЗИКО-ХІМІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТІЧНИХ ВОД	52
4.1. Очищення стічних вод на флотаційних установках.....	52
4.2. Коагуляційне очищення стічних вод.....	55
4.3. Евапорація	60
<i>Запитання для самоконтролю</i>	<i>61</i>

5. ХІМІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТІЧНИХ ВОД....	62
5.1. Нейтралізація стічних вод.....	62
5.2. Дезінфекція стічних вод.....	63
<i>Запитання для самоконтролю</i>	68
6. БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У ПРИРОДНИХ УМОВАХ	69
<i>Запитання для самоконтролю</i>	73
7. БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТІЧНИХ ВОД У ШТУЧНИХ УМОВАХ	74
7.1. Придатність стічних вод до біологічного очищення	74
7.2. Очищення стічних вод у біофільтрах.....	77
7.2.1. Крапельні біофільтри	79
7.2.2. Високонавантажені біофільтри	82
7.3. Очищення стічних вод в аеротенках.....	86
7.4. Анаеробне оброблення стічних вод і осадів	110
<i>Запитання для самоконтролю</i>	122
8. УМОВИ СКИДАННЯ СТІЧНИХ ВОД	124
8.1. Скидання у каналізаційну мережу.....	124
8.2. Скидання у природні водойми.....	126
<i>Запитання для самоконтролю</i>	132
9. ОЧИЩЕННЯ ВИКИДІВ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	133
9.1. Розрахунок нормативу гранично допустимого викиду (ГДВ)	135
9.2. Загальна характеристика способів очищення газопилових потоків харчових підприємств.....	138
9.2.1. Основні властивості пилу	140
9.2.2. Класифікація пилогазоочисного обладнання.....	143
9.2.3. Показники, що характеризують роботу очисного обладнання	145
9.3. Механічне очищення газопилових викидів	147
9.3.1. Циклони	147
9.3.2. Фільтри	158
9.3.3. Пилоосаджувальні камери	165
9.3.4. Електрофільтри	167
9.3.5. Апарати для мокрого пиловловлювання	169
9.4. Фізико-хімічне очищення газових потоків	183
9.4.1. Адсорбери	183

9.4.2. Абсорбери	188
9.4.3. Хемосорбція.....	202
9.4.4. Термічна нейтралізація	203
9.5. Біохімічне очищення викидів	207
<i>Запитання для самоконтролю</i>	210
ДОДАТКИ	211
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	232
ЛІТЕРАТУРА	237