УДК 628.543

Компактні очисні споруди в практиці очищення стічних вод

Шаповал О. Є., Кравець В. В.
«УКРНДІВОДОКАНАЛПРОЕКТ», м. Київ

Дичко А. О.
Державна академія житлово-комунального господарства, м.Київ

Рассмотрены варианты компактных очистных сооружений, применяемых в мировой практике очистки сточных вод. Предложена компактная автоматическая станция биологической очистки сточных вод «Симбиотенк» для очистки коммунальных и промышленных стоков.

Сучасний стан очисних споруд в містах і населених пунктах країни знаходиться в кризовому стані, оскільки постійно збільшуються об'єм та концентрація забруднень стічних вод. Якість очищення стоків в існуючих спорудах не відповідає нормативам через незадовільну роботу старих споруд. Крім того, необхідно прокладати нові сплавні колектори через обжиті житлові масиви, оскільки сплавна каналізація не може пропустити всього об'єму міста. При цьому чим більші очисні споруди, тим більше вони потребують капітальних вкладень на ремонт та їх експлуатацію, яка стає наскільки громіздкою, що потребує все більших і більших витрат. Найбільш загрозливим в цім питанні є те, що при поширенні аераційних споруд пропорційно збільшується кількість первинного осаду та надлишкового активного мулу, збільшується площа очисних споруд. Так, у великих містах площа під очисними спорудами катастрофічно збільшується і в деяких випадках досягає до 1000 га.

Компактні очисні споруди дозволяють уникнути вище згаданих недоліків, а застосування новітніх технологій призводить до отримання високої якості очищених стоків, що відповідає нормам, прийнятим для країн Євросоюзу, і становить не більше 25 мг $БСК_5$/л при вмісті амонійного азоту — не більше 10 мг/л [1-3].

В світовій практиці серед існуючих механічних, хімічних, фізико-хімічних та біологічних методів очищення комунальних стічних вод найбільш перспективними вважають біохімічні методи [4-10].

В локальних системах для глибокого очищення стічних вод застосовують три типи біореакторів: біофільтри, аеротенки та поля фільтрації. Серед них — занурені біофільтри з піском в якості завантаження та носія — біоплівки (розповсюджені в США, Великобританії, Японії, Франції). Для роботи в стандартному діапазоні забруднень стічних вод застосовують фільтри «Біокарбон» (Франція) та «Оксипор» (СНГ), для очищення специфічних та висококонцентрованих стоків — фільтри «Окситрон» (США), «Антиконтактор» (Японія), «Хайлоу» (Великобританія). Занурені біофільтри типу «Біокарбон» та «Оксипор» забезпечують високий ступінь біологічного очищення господарчо-побутових стоків. Так, значення $БСК_5$ зменшується на 85-95%, а зважених речовин — до 96%. Органічні навантаження при цьому становлять 5-6 кг $БСК_5/(м^3$ доб.), а гідравлічні — 72-96 $м^3/(м^2$ доб.), що перевищує відповідні навантаження на високо навантажені фільтри в 3-3,5 та 6-7 разів [4, 11].

Безнапірний режим протікання стоків в комбінованих біофільтрах виключає необхідність використання насосних станцій та будівництва окремих будівель з системою опалення та освітлення [12].

Високі показники очищення стоків дозволяє отримати компактна система із застосуванням занурених мембран з активним мулом, яка складається з роздільних камер анаеробно-аеробної обробки, за рахунок проходження стоків знизу вверх крізь шар біомаси [13]. Доцільність застосування даної технології полягає також в одержанні біогазу [14].

Для підвищення якості очищення стоків в схемі, що включає затоплений септик, в якому відбуваються процеси нітрифікації, та затоплений біофільтр, в якому проходить денітрифікація, споруди поєднуються контуром рециркуляції [15]. Рециркуляційний окислювальний канал, що складає біореактор з затопленим завантаженням, включається і до схеми з відстоюванням на першій стадії очищення [16].

Підземне розміщення обладнання для очищення стічних вод не потребує значної земельної площі, а також не перешкоджає руху автотранспорту. Особливістю занурених в грунт аеротенків невеликої потужності є наявність в середній частині об'єму вузла розділення мулової маси з використанням мембран, причому очищений стік відкачується з фільтру, а біомаса утримується в реакторі [17].

Варіантом компактних споруд, що дозволяють отримати високій ступень очищення стоків, є установки, що складаються з двох коаксіально розташованих циліндрів з поліетилену. Кільцевий простір між циліндрами за допомогою радіальних вертикальних перетинок розділяється на функціональні зони, через які послідовно протікають стічні води. В спорудах різних типів поєднуються різні рівні обробки води: деструкція органічних споруд, нітрифікація, денітрифікація, мікроф-

ільтрація [18, 19]. Біологічна стадія очищення може бути обладнана вертикальними циліндричними стаканами, заповненими нерухомим завантаженням для іммобілізованої біомаси мікроорганізмів. Стакани встановлюються на решітковому дренажі, під яким змонтовані тарілчасті аератори. За рахунок аерації, таким чином, створюється вертикальна циркуляція стоків, що забезпечує оптимальний контакт стічних вод з біомасою та високий ефект очищення [20].

Біохімічне очищення побутових стоків проводять також в споруді, що має вертикальний прямокутний корпус, в якому вмонтована чотиригранна піраміда, повернена вершиною униз. Об'єми між стінками корпусу та піраміди є зонами аерації, а об'єм піраміди виконує функцію вторинного відстійника. Відокремлений активний мул повертається в зони аерації крізь чотири придонні щілини [21].

Інтенсифікація процесів первинного відстоювання перед подачею стічних вод в аеротенк завдяки зміні дисперсійного складу стоків дозволяє зменшити загальне навантаження на біологічну стадію обробки, а також значно підвищити питому швидкість окислення органічних забруднень [22].

Одним з шляхів інтенсифікації роботи аераційних споруд є іммобілізація активного мулу на синтетичних носіях. Концентрація активного мулу, таким чином, збільшується в 3-4 рази, що призводить до збільшення його віку та покращення його седиментаційних властивостей, а також забезпечує більш глибоку нітрифікацію та сорбцію іонів важких металів. Аеротенки при цьому працюють в більш стійкому режимі, що особливо важливо в умовах їх перевантаження або за низької концентрації субстрату [23-25]. Використання іммобілізованої мікрофлори в анаеробно-аеробних процесах очищення забезпечує стабільність процесу видалення сольового амонію на 80-90% та фосфатів — на 60-70% [26].

Застосування дрібнопухирькових аераторів забезпечує високопродуктивну роботу аеротенків з підвищенням їх окисної потужності за рахунок формування нового біоценозу з переважно гетеротрофною мікрофлорою [23, 27]. При цьому порівняно з традиційними системами аерації зниження витрат енергії становить 35-40%, капітальних затрат — на 40-50% та втрат напору повітря — в 1,5-2 рази при забезпеченні тривалого періоду роботи аераторів без поточного та капітального ремонту [28].

Оптимізація процесів аерації особливо актуальна в зв'язку із значними енерговитратами на процес очищення стоків [29-31]. Пропонується схема очищення, згідно якої крізь поверхню біоплівки проходить потік стічних вод, що містить органічні сполуки та біогенні елементи, причому з однієї сторони біоплівки знаходиться рідка фаза, що містить розчинений кисень. Режими подачі кисню при цьому залежать від швидкості дифузії кисню до біоплівки та від рівню забруднень самих стоків [29].

Специфікою роботи малих очисних споруд є різкі коливання витрат та концентрацій забруднень. З метою компенсації цих впливів та забезпечення більш рівномірної подачі води на очищення пропонується використовувати буферну ємність в

якості усереднювача [25, 32]. Таким чином, стічні води від окремих будівель можуть чищуватися в споруді, що складається з декількох бетонних модулів заводського виготовлення з різним функціональним призначенням [33]. Перший з модулів виконує функцію накопичувача-відстійника, в другому відбувається аеробне окислення органічних сполук та амонійного азоту, і в третьому — денітрифікація. Надлишкова біомаса передається в перший модуль для стабілізації разом із первинним осадом [34-36].

Для більш глибокого очищення стоків в схему включається блок доочищення, в якому вода проходить крізь шари фільтруючого матеріалу, розмір якого зменшується від шару до шару. Очищена вода знезаражується з використанням УФ-опромінення [37].

Модульна схема очищення стоків застосовується і з використанням технології SBR, тобто в періодичному режимі з розділенням стадій в часі [38].

В сільській місцевості для очищення відносно невеликих об'ємів господарсько-побутових стічних вод (наприклад, від окремих будівель, ферм, невеликих населених пунктів) будівництво громіздких очисних споруд також є недоцільним. В таких умовах пропонується застосовувати очисні системи, наближені до природних. Зокрема, це стосується біоставків із вищою водяною рослинністю (ВВР). Ефективність роботи очисних споруд, що складаються з трьох ставків об'ємом 83, 240 та 134 м^3, за тривалості обробки в них стоків — 8,3 доби, становить 51% за видаленням загального азоту та 13% за зниженням значення загального фосфору [39].

Для очищення малих об'ємів стічних вод в сільській місцевості пропонується застосовувати підземні резервуари, днище та стінки якого вкривають напівпроникною плівкою, крізь яку в грунт можуть фільтруватися стоки. Об'єм резервуару заповнюється щебенем та завантаженням із закріпленою біомасою мікроорганізмів [40, 41]. На поверхні резервуару висаджується рослинність [40]. Поєднання процесу обробки стоків за допомогою ВВР з системою пневмоаерації, електрофлотації та наступним фільтруванням крізь полімерний гранулят підвищує якість обробки стічних вод [42].

Очищення побутових стічних вод з використанням рослинності проводять також за двоступінчастою схемою, причому на першому ступені застосовують кущі, висаджені в ємності з ґрунтом, а на другому — трав'янисті культури, висаджені в плоску ємність, до якої дренажем з першого ступеня потрапляють стоки [43].

В практиці очищення стоків застосовують поєднання процесів фільтрації, аеробного окислення забруднюючих речовин та біологічного доочищення стоків за допомогою ВВР. Пристрій для очищення складається з прямокутного корпусу, в якому розміщена опорна перфорована поверхня, на якій шарами складені гравій та ґрунт, в який висаджені ВВР. На дні розташована система розподілу стічних вод і повітря. При цьому стічні води та повітря, що аерує, подаються в ті самі ж труби [44].

Витрати на процес біологічного очищення стічних вод за допомогою ВВР значно менші, ніж при застосуванні традиційних методів очищення. Після обробки такі стічні води можуть бути повторно використані в якості технічних вод або направлені на поверхню ґрунту для інфільтрації [1, 40].

Компактні очисні установки широко використовуються також і в схемах локального очищення стічних вод в промисловості. Для очищення стічних вод та дощових стоків підприємств побутової хімії, легкої та хімічної промисловості, гальванічних виробництв, підприємств з виробництва синтетичних миючих засобів, автомийок, нафтопереробних комплексів тощо застосовують компактну блок-модульну споруду, до складу якої входять блоки механічного та фільтросорбційного очищення, а також блок регулюючих ємностей. Блок фільтросорбційного очищення працює за принципом фізико-хімічного методу без застосування реагентів з обробкою на мінеральних, вуглецево-волокнистих матеріалах або іонообмінних смолах. Ступінь очищення за даною схемою становить 99,7% за зваженими речовинами та 99,5% за органічними речовинами [45-47]. На поверхні завантаження формується біомаса, життєдіяльність якої призводить до деструкції забруднень [48].

Розвиток мембраних технологій дозволяє використовувати мембрани в різних комбінаціях з біологічними та іншими методами, що дає змогу створювати ефективні системи з повторним використанням води [49].

З метою поліпшення стану в практиці очищення стічних вод на малих і середніх очисних спорудах та вирішення проблеми очищення стічних вод великих міст нами розроблена станція, яка відповідає вимогам сучасності. Принципова новизна наукових та технічних рішень при розробці цієї споруди полягала в новому підході до проблеми з врахуванням всіх недоліків, присутніх в попередніх проектних розробках малих та середніх очисних станцій. Аналіз сучасної патентної та наукової літератури показав, що розроблена конструкція та пропонована технологія очищення стічних вод є конкурентноздатними перед кращими вітчизняними та зарубіжними зразками [50-53].

Автоматична біохімічна станція «Симбіотенк» розрахована на роботу в технологічному ряді від 10 до 10 тис.м^3 стоків/добу. Перевагою даної розробки є те, що її можна блокувати модулями на будь-яку потужність.

Вперше в практиці очищення стічних вод вирішена проблема безаварійної роботи споруд. При відсутності в мережі струму автоматично включається автономний дизель-генератор, який забезпечує безперебійну роботу станції. При виході з ладу одного з модулів вода по спеціально влаштованим люкам перекидається гнучким шлангом в люк наступного.

При проектуванні станції нами враховувався той факт, що при зміні сезонних температур погіршується якість очищення води та руйнуються головні споруди. Враховуючи те, що станція займає мінімум території, по нашим рішенням, для успішної роботи споруди вона обов'язково розміщується під дахом з середньою температурою в зимовий час близько +15 ^{0}С.

Станція обладнана системою вентиляції, піскоуловлювачем, насосом-дробаркою, фільтр-пресом, власне «Симбіотенком» і ультрафіолетовим випромінювачем для знезараження очищеної води, при відсутності біоставків з вищою водною рослинністю.

На спорудах відсутні піскові та мулові майданчики, первинні та вторинні відстійники, мулоущільнювачі, камери переключення, аеробні стабілізатори осаду, повітродувки, регенератори активного мулу, метантенки та інше обладнання.

Зона санітарного розриву складає всього 20-25 м. Станція «Симбіотенк» екологічно чиста, так як вона обладнана фільтром знезараження відпрацьованого повітря. Станція «Симбіотенк» потребує мінімум електроенергії, а встановлена потужність складає: на 10-100 м^3 стоків на добу — 15-30 кВтч на добу; на 300-1000 м^3 на добу — 32-50 кВтч на добу; на 5-10 тис. м^3 на добу — 100-170 кВтч на добу. Пар взимку 70-120 тис. ккал на добу.

Експлуатаційні витрати (в залежності від потужності та місцевих умов експлуатації «Симбіотенка») — від 0,05 гривень до 1,5 грн./м^3. Обслуговування станції — 1 оператор з 8.00 до 11.00 та з 17.00 до 20.00 (очищення решіток піскоуловлювача, заправка масльонок). Вартість станції від 100 до 500 м^3 стоків /доб. складає 150-800 тис. грн; на 3,5 тис.м^3/доб. — 900-1 млн. грн., на 5-10 тис.м^3/доб. — 1 млн. 500 тис. — 1 млн. 900 тис. грн. Термін виконання проектних робіт з будівництвом складає 3,5 - 6 місяців. Необхідна площа для станції: на 100-300 м^3 стоків /доб. — 75-100 м^2; на 700-1000 м^3 стоків /доб. — 300-500 м^2; на 1 тис.— 5 тис.м^3 стоків /доб. — 800-1200 м^2; на 8 тис.—10 тис. м^3 стоків /добу — 2000-2500 м^2.

Автоматична станція «Симбіотенк» може застосовуватись: для глибокої очистки стічних вод з одночасним їх знезараженням; при реконструкції компактних малих споруд та аеротенків. Крім того, вали з біодисками можуть використовуватись для ущільнення надлишкового активного мулу на великих очисних спорудах та доочистки води в природних умовах у водоймах, в ковшах водозаборів, в потічках, в малих річках, перед їх впаданням в великі річки, або в море.

Застосовуючи нашу технологію, відкривається перспектива покращити екологічний стан як на малих річках, так і в містах, за рахунок будівництва станції «Симбіотенк» по мікрорайонам, потужністю 2,5-5тис.м^3 стоків /доб., а очищений стік скидати в природні водоймища по дощовій сплавній каналізації.

Перелік посилань

1. **Hidden sewage treatment plants and invisible shaft coverings** // Mach. And Steel.— 2002.— 44, №7-8. — P. 64-65.
2. **Hans Huber GmbH Maschinen und Anlagenbau, Frommann C., Schreiber T.** Kompaktanlage fur die mechanische Reinigung von Abwasser. Заявка 19850320 Германия, МПК7 B 01 B 21/00. Опубл. 04.05.2000.

3. **Graves Jan D.** Wastewater management method. Пат. 6416667 США, МПК7 C 02 F 3/00. Опубл. 09.07.2002.1. Немкова Н.С., Лапшин О. М. Технология интенсификации биологической очистки сточных вод // Каталог научно-технических разработок. — М.:, ВНИИГАЗ.— 1998.— С. 34-35.

4. **Танатарова К. Т.** Очистка сточных вод в решении экологического кризиса // Перспективы развития естественных наук в высшей школе: Труды междун. науч. конф. Пермь, 2001, т.4. Рациональное природопользование. Здоровье населения. — Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2001. — С. 162-164.

5. **Тозова Т. А., Денисова Н. А.** Системы биологической очистки сточных вод - технологии новые и новейшие // Аква-Терм.— 2002. — №3. — С.91-92.

6. **Кореньков В. Н., Герасимов Н. А., Кореньков Д. В.** Компактная установка глубокой биологической очистки сточных вод и биологической обработки осадка. Пат. 2133227 Россия, МПК6 C 02 F 3/02; 9/00; 11/06. Опубл. 20.7.99, Бюл. № 20.

7. **Разумовский Э. С., Непаридзе Р. Ш.** Очистка сточных вод малых населенных пунктов // ЭКВАТЭК — 2000: 4-й Междунар. Конгр. «Вода: экол. и технол.». Тез. докл.— М., 2000. — С. 569-570.

8. **Pacific Waste Technologies Pty. Ltd, Gpugh A. R. W., Landford M. K. etc.** Waste treatment system. Заявка 729909 Австралия, МПК6 C 02 F 003/06, C 02 F 003/30. Опубл. 15.02.2001.

9. **Кох Р., Пойкерт В.**; Э.Ф.У. Энтвиклунг фон Умвельттехник ГмбХ. Установка малой мощности для биологической очистки сточных вод. Пат. 96116792/12 Россия, МПК7 C 02 F 3/12, 3/30, B 01 D 21/00. Опубл. 20.08.2000.

10. **Панасенко В. А.** Новые разработки представляет «ЭВК — Техника» // Вода. — 2002, №7-8. — С. 8

11. **Grundmann D., Schmidt G. P., Vob K. H.** Toilettenabwasser. Заявка 1986034 Германия, МПК7 C 02 F 3/12. Опубл. 06.07.2000.

12. **Зиновьев А. П., Филиппов В. Н., Аранцева В. Н.** Установка для очистки сточных вод рабочих поселков, баз отдыха и объектов сельськохозяйственного назначения // Вода и экол.: пробл. и реш. — 2002, №2. — С. 39-42, 81.

13. **Teterja A. Zarizeni pro biologicke cisteni odpadnich vod.** Пат. 285144 Чехия, МПК6 C 02 F 3/12. Опубл. 12.5.99.

14. **Traitement des eaux uses** // Rev. lait. fr. — 2002. — №624. — P. 41.

15. **Orenco Systems, Inc., Bounds T. R.** Wastewater treatment system for maximizing effluent quality. Пат. 6372137 США, МПК7 C 02 F 3/02. Опубл. 16.04.2002.

16. **Саломеев В. П., Побегайло Ю. П., Круглова И. С.** и др. Компактная установка для очистки сточных вод. Пат. 2182133 Россия, МПК7 C 02 F 3/02, C 02 F 103/04. Опубл. 10.05.2002.

17. **Wallax Miljo AB, Sandahl T. Sewage purification plant.** Заявка 2353033 Великобритания, МПК7 C 02 F 1/38, 1/52, C 02 F 103/00. Опубл. 14.02.2000.

18. **Ruck C., Wohrle U., Nassar J., Brinke-Seiferth S.** Montagefreie Kompaktklaranlage aus PE // Wasserwirt. — Wassertechn. — 2001. — №5. — P. 16-17.

19. **Noyes D. G., Knieper L. H., Tipton G. A.** Wastewater treatment system. Пат. 6103109 США, МПК7 C 02 F 3/30. Опубл. 15.08.2000.

20. **Dorgelon E., Ehlers A., Gester Th. etc. Klarangale.** Заявка 19645268 Германия, МПК6 C 02 F 3/10. Опубл. 7.5.98.

21. **Cormier M. Sewage treatment method and apparatus therefore.** Пат. 5874002 США, МПК6 C 02 F 3/120. Опубл. 23.2.99.

22. **Гришин Б. М., Андреев С. Ю., Чупраков Е. Г.** и др. Интенсификация биологической очистки сточных вод изменением дисперсионного состава органических загрязнений // 4 Международная научно-практическая конференция «Человек и окружающая среда - проблема взаимодействия». Сборник материалов. — Пенза. — 2001. — С. 165-166.

23. **Колесников В. П., Климухин В. Д.**, ООО «Экосистема». Установка для биохимической очистки высококонцентрированных сточных вод. Пат. 97116465/25 Россия, МПК6 C 02 F 3/02. Опубл. 10.7.99, Бюл. № 19.

24. **Ануфриев К. Е., Литвинов С. А.** Биологическая очистка сточных вод газокомпрессорных станций и подземных газохранилищ / Альманах — 2002. Волгоград. отд-ние Междунар. акад. авт. науч. откр. и изобрет. «ВОРАЕН». — Волгоград: Изд-во Волгогр. гос. ун-та. — 2002. — С. 107-113.

25. **Mester T. Reaktor und Verfahen fur die Abwasserreinigung.** Пат. 10026867 Германия, МПК7 C 02 F 3/02. Опубл. 20.12.2001.

26. **Залетова Н. А., Лукиных Н. А.** Технология удаления биогенных элементов в установках биологической очистки малой производительности // ЭКВАТЭК-2000: 4-й Междунар. Конгр. «Вода: экол. и технол.». Тез. докл. — М., 2000. — С. 508.

27. **Немкова Н. С., Лапшин О. М.** Технология интенсификации биологической очистки сточных вод // Каталог научно-технических разработок. — М.:, ВНИИГАЗ. — 1998. — С. 34-35.

28. **Непаридзе Р. Ш.** Пластмассовая мелкопузырчатая система аэрации «Ручей» // ЭКВАТЭК-2000: 4-й Междунар. Конгр. «Вода: экол. и технол.». Тез. докл. — М., 2000. — С. 554-555.

29. **Geistlinger H., Lazik D., Eisermann D., Weiss H.** Process modeling of oxygen supply for aerobic biodegradation in the presence of an oxygen bubble wall // IANS Publ. — 2002. — № 275. — P .507-512.

30. **Bernarsch M. Aggregateeinheit fur Kleinklaranlagen.** Заявка 10114255 Германия, МПК7 C 02 F 3/12. Опубл. 02.10.2002.

31. **Мешенгиссер Ю. М., Щетинин А. И.** Влияние эффективных систем аэрации на качество очистки сточных вод // ВСТ: Водоснабж. и сан. техн.- 2000. — №12. — С. 7-9.

32. **Breithaupt T. Geregelte kleine Klarangle zur biologisch-chemischen Abwasserreinigung fur Haushaltsabwasser.** Заявка 19916381 Германия, МПК7 C 02 F 3/30, C 02 F 1/52. Опубл. 26.10.2000.

33. **Buschack W., Schaller F.** Vollbiologische Abwasserbehandlung fur Einzelanwesen, mit mechanischer Ruhreinrichtung und Luftsauerstoffzufuhr. Заявка 19720983 Германия, МПК6 C 02 F 3/12. Опубл. 26.11.98.

34. **EES GmbH, Schoon R, Schoon H. Kleinklaranlage.** Компактная установка для очистки сточных вод. Заявка 10041665.9 Германия, МПК7 C 02 F 3/00. Опубл. 07.03.2002.

35. **Zink J., Okoservice Ges. Vollbiologische Kleinklaranlage.** Заявка 19812397 Германия, МПК6 C 02 F 3/12. Опубл. 23.03.99.

36. **INGERLE KURT DIPL. DR. TECHN.** Einrichtung zur Durchfuhrung eines Verfahrens zur Reinigung von Abwasser. Пат. 407149 Австрия, МПК7 C 02 F 3/00. Опубл. 27.12.2000.

37. **Swett Th. R. Waste water treatment system and method.** Пат. 6004463 США, МПК6 C 02 F 3/20. Опубл. 21.12.99.

38. **Envicon Klartechnik GmbH, Bassfeld A., Bolle S.**, Kohler-Ferreira J. Kleinklaranlage. Компактная установка для очистки сточных вод. Заявка 10048309 Германия, МПК7 C 02 F 3/30. Опубл. 18.04.2002.

39. **Healy M., Cawiey A. M.** Nutrient processing capacity of a constructed wetland in western Ireland. Bouyoucos Conference «Remote Sensing 2000» // J. Enviton. Qual. — 2002. — 31, №5. — P. 1739-1747.

40. **AQU Zentrum fur Arbeitssicherheight**, Qualitatsmanagement und Umweltschutz GmbH. Folienklarsystem. Способ и устройство для очистки сточных вод. Заявка 10032685 Германия, МПК7 C 02 F 3/30. Опубл. 14.02.2002.

41. **Morizot C.** Du traitement individual a la petite collective: la station d'epuration combinee boue activee et lit bacterien // Eau, ind., nuisances. — 2001. — №239. — C. 43-45.

42. **Курилюк М. С., Мацнев А. І., Базурін С. О.** та ін. Комплекс для очищення води. Пат. 45867 Україна, МПК6 C 02 F 1/24, C 02 F 3/32. Опубл. 15.04.2002.

43. **Wofford Ch. Biological waste water treatment system.** Пат. 6428691 США, МПК7 C 02 F 3/04, C 02 F 3/30. Опубл. 06.08.2002.

44. **ТОВ «Чумацький шлях»**, держ. упр. екол. та природ. ресурсів в Рівнен. Обл., ТОВ НВФ «АКВА-У», Курилюк М.С. та ін. Фітоаеротенк для очистки стічної комунальної води. Пат. 45866 Україна, МПК6 C 02 F 1/24, C 02 F 3/32. Опубл. 15.04.2002.

45. **Компактная блок-модульная установка для очистки промышленных сточных вод** // Нов. экол. технол., метод., оборуд., продукция; измерит. приборы и системы для исслед. окруж. среды. — 2000. — №1. — С. 28-30.

46. **Revil Pierre, Moulinex SA.** Appareil manager de traitement bacterien et d'epuration d'eau. Заявка 2784092 Франция, МПК7 C 02 F 1/00, C 02 F 1/28, 1/32, 1/42. Опубл. 07.04.2000.

47. **Gorton S. Wastewater treatment system.** Пат. 5989416 США, МПК6 С 02 F 3/04. Опубл. 23.11.99.

48. **Lord Y.** Wastewater treatment unit and method for treating wastewater. Пат. 5871647 США, МПК6 С 02 F 3/04. Опубл. 16.2.99.

49. **Paris S., Wilderer P.A. DESAR** — Kleine Klaranlagen und Wasserwiederverwendung // KA - Wasserwirt., Abwasser, Abfall. — 2001. — 48, №12. — P. 1714-1715.

50. **Никифоров В. И., Кравец В. В., Русских С. А.** Глубокая очистка сточных вод на станции «Симбиотенк» // Материалы IV Всеукраинской научно-практической конференции «Вода — проблемы и решения». — Днепропетровск, Гамалия, 1998. — С. 176-179.

51. **Кравець В. В., Кочмак О. І., Грищенко Н. В., Губенко М. Б., Олексій М. І.** Технологічні особливості очищення води в автоматичній станції «Симбіотенк» // Сборник трудов VIII Международной научно-технической конференции «Экология и здоровье человека». — Щелкино, 2000. — С. 583-586.

52. **Гончарук Є. Г., Гаркавий С. І., Салата О. В., Кравець В. В., Грищенко Н. В., Рибак А. О.** Гігієнічна оцінка сучасної технології біологічної очистки господарсько-побутових стічних вод // Довкілля та здоров я. — 2000. — № 3 (14). — С. 6-10.

53. **Гаркавий С. І., Рибак А. О., Грищенко Н. В., Шаповал О. Є.** Застосування симбіотехнології для очищення жировмісних стічних вод // Сборник трудов IX Международной научно-технической конференции «Экология и здоровье человека». — Щелкино, 2001. — С .638-641.

Отримано 08.04.05