



АКАДЕМІЯ МУНІЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

НАУКОВИЙ ВІСНИК

АКАДЕМІІ
МУНІЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Серія "ТЕХНІКА"

ВИПУСК 4

КИІВ-2011

УДК 619:614.44

Пустовойтенко В.П. д.т.н., професор,
Академія муніципального управління;
Серьогін О.О. д.т.н., професор,
Національний університет харчових
технологій;
Сегай О.М. к.т.н., доцент,
Академія муніципального управління;
Василенко О.В. здоб. наук. ступ.,
Національний університет харчових
технологій

КОНЦЕПЦІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ОЧИСНИХ СПОРУД З УТИЛІЗАЦІЄЮ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ШЛЯХОМ МЕТАНІЗАЦІЇ

Розроблена концепція переробки біологічно-активного мулу муніципальних очисних споруд в комплексі з органічною фракцією твердих побутових відходів (ТПВ) шляхом метанування. Комплекс, що дозволяє реалізувати запропоновану концепцію не потребує додаткових земельних ділянок, а продуктами його діяльності є сортована вторинна сировина, біогаз та високоякісне біо-добриво придатне для використання в сільському господарстві.

Разработанная концепция переработки биологически-активного ила муниципальных очистительных сооружений в комплексе с органической фракцией твердых бытовых отходов (ТБО) путем метанирования. Комплекс, который позволяет реализовать предложенную концепцию не нуждается в дополнительных земельных участках, а продуктами его деятельности есть сортированное вторичное сырье, биогаз и высококачественное био-удобрение пригодное для использования в сельском хозяйстве.

The developed concept of processing of biologically - active silt of municipal cleaning constructions in a complex with organic fraction of a municipal solid waste (MSW) a way BIOTECH process. The complex which allows to implement the offered concept doesn't need the additional ground areas, and the classified secondary raw, biogas and high-quality bio-fertilizer suitable for use in agricultural industry is products of its activity.

В Україні працює більше 5000 очисних споруд, які не приносять прибутку і створюють значне навантаження на місцеві бюджети. Крім того майже всі вони працюють по застарілим технологічним схемам без

використання біогазових технологій, що дозволяло б частково компенсувати витрати природного газу – біогазом.

Останнім часом загострилась ситуація з експлуатацією полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні. Головна проблема – це екологічний стан повітря, ґрунтових вод і забруднення навколишнього середовища. А головна причина, яка об'єднує ці дві проблеми є переробка органічних відходів шляхом метанування.

Суть пропозиції передбачає не будівництво нових об'єктів, а реконструкцію існуючих очисних споруд зі знищенням мулових полів і на їхньому місці добудову станцій сортування та утилізації несортованих твердих побутових відходів за технологією переробки органічної складової в комплексі з муловими складовими стічних вод шляхом метанування.

Розміщення запропонованої технології на території очисних споруд дозволить досягнути найбільшої ефективності як переробки твердих побутових відходів, так і очистки стічних вод з використанням альтернативних енергоощадних технологій з незначними затратами на реконструкцію очисних споруд.

Завдяки використанню сучасних світових технологій очистки стічних вод [Dunser.Aigner.Kollegen Ingenieurplanungsguppe GmbH (Helmut Aigner)] стало можливим отримання води, яка буде відповідати стандартам для вод технічного використання і поливу.

Стан проблеми.

В Україні та в усьому світі, суспільство все більше починають визнавати проблеми утилізації відходів. Існуючі полігони твердих побутових відходів досягають граничної потужності, нові все тяжче знаходити, ще тяжче отримати ліцензію, і майже неможливо все погодити з місцевими властями владними структурами.

Ці проблеми досить очевидні і актуальні як для великих міст "мільйонників" так і для більш менших містечок.

Посилення природоохоронного законодавства вимагає дорогої підготовки і особливих заходів обережності до непередбачених реакцій неохоронюваних стічних вод і викидів біогазу.

Ці факти, а також спостереження і дослідження протягом 20 років після завершення функціонування полігону вказують на те, що цей вид утилізації відходів є досить дорогим і малоефективним способом утилізації твердих побутових відходів.

Основоположним при метануванні є біо-технологічний процес, застосування якого дозволяє позбутися джерел наведеної вище проблеми. Насправді це природний процес, який відбувається після того, як сміття було поховано і процес проходив некерівно і з вивільненням в навколишнє середовище продуктів розкладу, але в даному випадку відходи

транспортують в резервуари в закритому приміщенні. Контрольовані температура й інші умови сприяють прискоренню процесу біологічної ферментації, яка зазвичай відбувається протягом року, до менш ніж 15 днів, що значно зменшує необхідні площі для звалища в кілька гектарів, а також сприяє уникненню будь-якого виду і роду випромінювання.

Підприємства з переробки сміття та утилізації відходів шляхом метанування можна встановлювати навіть в 200 метрах від населених пунктів – вони є цілком безпечні та екологічними.

Цей спосіб утилізації відходів, який був розроблений у Німеччині, дозволяє зменшити об'єм відходів, приблизно до 10 - 25% від первісного об'єму й здатний не тільки покрити витрати на його впровадження й функціонування, а й дозволить отримувати прибутки. Виробляючи біогаз (метан) і компосту високої біологічної якості, який може бути проданий на комерційній основі, тим самим зменшуючи витрати на утилізацію відходів до рівня, порівнянного із сучасними "санітарними" смітниками в тому числі й тими до яких доводиться далеко транспортувати відходи.

Особливими перевагами процесу метанування є наступні положення:

- Процес бродіння органічного залишку відбувається в закритих резервуарах, що, у свою чергу, не впливає на навколишнє середовище поширенням запахів або забрудненням підземних вод, тобто така установка може бути встановлена навіть в густонаселених районах великих міст.

- Утилізація відходів вимагає приблизно лише 2 тижня для повної ферментації відходів у біоорганічний родючий компост, так що площа необхідного простору для зберігання відходів набагато менша, в порівнянні з існуючими муловими полями чи полігонами ТПВ.

- Завод метанування виробляє біогаз, електрику й компост високої якості, які являються продукцією від реалізації якої можна отримати прибуток. Дохід від продажів продукції здатний повністю покрити експлуатаційні витрати установки.

- Непридатні для утилізації й наступної переробки токсичні речовини (скажемо, приміром, батареї) автоматично відділяються від основного сміття, призначеного для наступної переробки, ще на початковій стадії обробки, у такий спосіб цей процес не несе ніякої небезпеки для зараження остаточного продукту – компосту.

- Залишковий продукт відходів (наприклад, пластик, скло, метали) отримують чистими й вільними від органічних часток, тому вони надійно розсортовуються, переробляються або навіть повторно знову використовуються, тобто їх також можна реалізувати за діючими цінами для вторинної сировини.

Концепція розміщення відходів для реалізації метанування

Особливою перевагою пропонованої технології метанування є дуже ретельна сепарація органічної частини відходів від інертних і токсичних матеріалів, таких як пластик, акумулятори, скло і т.д.

На звичайних заводах по переробці відходів за допомогою ручного або напівавтоматичного просівання - сортування ніколи не досягається 100% сепарація органічних компонентів.

Процес метанування вирішує цю проблему в дуже елегантний спосіб: усе сміття розчиняють у воді й дезінтегрують способом потужної турбуленції. Контейнер для здійснення процесу розчинення сконструйований таким чином, щоб зменшити розмір часток органічних речовин до рівня менш 10 мм, у той час як пластичний матеріал залишається практично незмінним. Це робить післятурбулентну масу готовою до поділу шляхом просівання, у процесі якого важкі частки будуть видалені за допомогою гравітації.

Це гарантує в результаті одержання компосту вкрай високої якості й чистоти.

Продукти, отримані в наслідку метанування

Головні продукти, отримані від процесу метанування:

а) Біогаз - займистий газ, який містить приблизно 65 - 75 % чистого метану, який є основним компонентом природного газу. Теплотворна здатність біогазу становить близько 6.5 kwh/m³, що еквівалентно 5600 kcal/m³. Цей газ доцільно продавати населенню для приготування їжі й обігріву житла. Також він ідеально підходить для безпосереднього використання на промисловому підприємстві, наприклад він може бути використаний у муніципальній газовій мережі міста для опалення у зимовий період.

б) Компост, отриманий шляхом процесу метанування (анаеробного бродіння) є високоякісним добривом для ґрунту і придатний для використання для всіх галузей сільського господарства. Компост, добутий шляхом анаеробного бродіння краще засвоюється рослинами. Як правило, він повністю засвоюється протягом одного сезону, у той час, як для засвоєння компосту отриманого шляхом традиційного аеробного бродіння

Компост – являється окремим продуктом який може використовуватися як заміна природнього торфу, і який може бути реалізований оптом по 15 - 25 EUR/м.куб, залежно від стану ринку.

в) Інертні матеріали, що також мають місце у відходах, такі як папір, пластик, скло, метали й чистий пісок (у якості будівельного матеріалу); можуть бути відділені від процесу чистими, а також далі сортуються відповідно до їхніх специфікацій таким чином, що вони можуть бути повторно використані в якості вторинної сировини.



Мал.1. Відсортована за складом та фракціями вторинна сировина (пластик, папір, скло, метал, каміння та ін.)

Така переробка відходів, що спрощує маркетинг продажів, уже давно визнана на міжнародному ринку. Додатковий дохід від такої вторинної сировини дозволяє значно підвищити загальну рентабельність такого підприємства.

Опис технологічного процесу

Переробка побутових відходів та мулових осадів очисних споруд є дуже проблематичною через неоднорідність і несумісність речовин, що перебувають у цих побутових відходах та стічних водах. Вони містять невизначену суміш органічних речовин з різним ступенем інертних матеріалів. Таким чином, заводу по очистці стічних вод з переробкою побутових відходів необхідно мати високий ступінь універсальності.

Основною перевагою процесу метанування є те, що він може бути успішно застосований для утилізації такої великої різноманітності побутових і промислових відходів.

Сепарація органічних часток від інертних (забруднюючих) матеріалів досягається шляхом розчинення сміття й наступного поділу під дією сили тяжіння й просівання в досить ефективний спосіб.

Процес метанування може бути застосований без змін у наступному широкому спектрі відходів:

- Органічні побутові відходи в різних сполуках
- Промислові відходи (харчової та паперової промисловості)
- Сільськогосподарські відходи (вижим фруктів, винограду і т.д.)
- Сільськогосподарські відходи й гній тварин
- Відходи гастрономічної галузі
- Відходи на бойнях
- Мул з відстійників і очисних споруд
- Відходи по очищенню саду

В основі технологій, результатом яких є виробництво біогазу, є анаеробна біотехнологія, тобто ферментація органічних речовин в умовах повної відсутності кисню. Відомо кілька десятків мікроорганізмів, які

розкладають складні органічні речовини на прості жирні кислоти й понад десяток, які переробляють ці кислоти на метан і CO_2 .

Якщо мова йде про біогаз, як правило, мають на увазі, що джерелом його утворення є тверді органічні відходи. Але є ще й інший значний потенціал одержання біогазу шляхом анаеробної ферментації органічних речовин розчинених у стічних водах, особливо промислових. Найбільше розчинених органічних речовин є в стічних водах усіх без винятку харчових підприємств та комунальних очисних споруд.

Анаеробна технологія має багато переваг над аеробною. Бродіння є процесом неповного розщеплення органічних речовин, переважно вуглеводів в без кисневих умовах, у результаті чого утворюються різні проміжні частково окиснені продукти, такі як спирт, гліцерин, мурашина, молочна, пропіонова кислоти, бутанол, ацетон, метан і ін., що широко використовується в біотехнології для одержання цільових продуктів. До 97% органічного субстрату може перетворюватися в такі побічні продукти й метан.

Не існує ніяких вимог відносно чистоти або ж попереднього відбору матеріалів перед початком процесу утилізації. Рослинами без проблем може бути засвоєне до 50% сторонніх, неорганічних матеріалів.

З метою скорочення первісних витрат на інвестиції, доцільним буде передбачити попереднє сортування відходів. Трохи некваліфікованих осіб (що не мають спеціальної підготовки) будуть приставлені до стрічкового конвеєра, що постійно рухається, для усунення таких часток, як метал, пластик, папір і т.д., що можуть бути придатні для вторинної переробки. Вони можуть бути набрані із працівників сміттєвих звалищ, які фактично постійно перебувають у пошуку роботи в районі місця поховання для відходів, тим самим додатково гарантуючи їм додаткові доходи.

Цей спосіб попереднього сортування не може бути ефективним на 100%. Ще близько 10 - 15% інертного матеріалу буде залишатися непоміченими у відходах, які будуть усунуті під час технологічного процесу.

Інші важкі частки, такі як батареї, камені, скло, будуть автоматично виключені в процесі сепарації після розчинення відходів у воді під дією сили тяжіння, а невелика кількість пластику, що залишився, буде відділено в процесі просівання з тою метою, щоб одержати компост високої якості для застосування в сільському господарстві.

Опис технологічної схеми

Сміття доставляється вантажівкою (1) до споруди підготовчого процесу. Цей будинок оснащений витяжною з вентилятором і біофільтром, які запобігають викиду несприятливих запахів у навколишнє середовище. Відходи поміщають безпосередньо в резервуари для зберігання (2). Такий заповнений резервуар може бути ліквідований протягом одного дня від дати доставки відходів.

Навантаження відходів відбувається при участі навантажувального устаткування (3), яке оснащено лопатою-дробаркою. У той час, як пересипання відходів з лопати-дробарки відбувається за допомогою розмельного. При цьому відділяються пластикові пакети й інші пакувальні матеріали таким чином, що відходи, стають доступними для подальшої обробки.



Мал.2. Сортувальний барабан для розділення твердих побутових відходів за фракціями

Слабо подрібнений потік відходів далі направляється на більш ретельне сортування за допомогою скринінга (5) (> 80 мм). Негабаритне й практично не органічне сміття в процесі сортування матеріалів буде перемішений на конвеєр (6) і буде спрямовано до вже подібного певної кількості відходів, що переробляються, таких як папір, метали, різні пластмаси, скло, може розібратися, а інші маса інертних матеріалів для спалювання або поховання. З метою скорочення об'єму перевезень матеріали за допомогою преса пресують і пакують (7).

Вода додається при нарощуванні сили гідродинамічного фрагментування органічних речовин, що шляхом ковзання, сприяє руйнуванню форм інертних матеріалів, і практично не впливає на структури пастоподібних волокон. В якості води, якраз і будуть використані стічні води разом з їх органічно складовою, що дозволить заощадити на використанні води ззовні і збільшити загальний енергетичний потенціал всієї водно-органічної суміші, а також виключити затрати на спеціальну підготовку біологічно-активного мулу.

Важкі компоненти, такі як бите скло, акумуляторні батареї, камені, металеві деталі і т.д., що спустилися на дно, звільняються від основного п'яму через гусеничний конвеєр (17). Вони проходять спреї-промивання й просушуються на віброситі (18). Маломірний матеріал з решета (<80 мм), містить основну частину органічного матеріалу, але усе ще 20 - 30% неорганіки.

Цей матеріал проходить через магнітний металевий сепаратор (8), потім повторне просіювання (9) через сито з чарункою близько 40 мм, а потім транспортується в турбо-дисольверний бак (10).



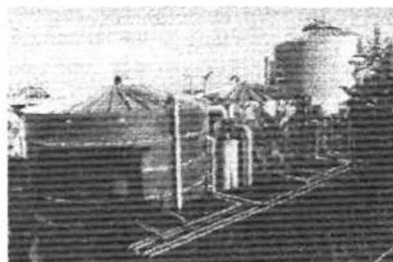
Мал.3. Відділення біологічної підготовки органічної складової

Гідросуміш поступово осідає на екрані вібраційного пристрою для обезводнення (12). Уже після розпаду інертних матеріалів, суміш ущільнюється й збезводнюється за допомогою пресової сепарації (13). Екранована суміш проходить через танкер для відділення від піску (14).

Залишки шламової суміші, тепер уже практично чистий органічний матеріал, збирають у підземний резервуар (20), а потім перекачують у буферну ємність (22) де вони проведуть 2 - 3 дні для того, щоб забезпечити гомогенізацію різних матеріалів, що входять до складу суміші.

Пастеризація, ферментація

Після цих операцій приготований розчин проходить процес призупинення пастеризації (утримання протягом однієї години при температурі 70°C) в окремих ємностях (28) з метою блокування активізації патогенних вкраплень. В теплообмінниках (25,26) розчин доводить до необхідної температури 70°C , з використанням двигунів - генераторів охолоджуваних водою (36). За допомогою повітряного охолодження (29) температура розчину зводиться до 37°C для узяття проб. Потім розчин закачується в біо-реактор (30) для анаеробного бродіння (ферментації при відсутності доступу повітря). Мікро-Бактерії починають процес бродіння й руйнуються органічні речовини, створюючи тим самим біо-газ. Шлам у реакторі постійно перемішується для ефективної генерації біогазу.



Мал.4. Метантенки (реактори) анаеробного бродіння

Починаючи з цього моменту процес протікає безперервно і свіжий розчин постійно подається в біо-реактор, і одночасно в процесі бродіння з нього видаляється зайва рідина. Процес ферментації вимагає приблизно 15 - 20 днів, щоб сформувати однорідний матеріал компосту без зайвих запахів.

Обробка кінцевого продукту

Рідка фракція субстрату, що перебродив, збезводнюється на екрані дегідратору (32), для того щоб зробити сепарацію. Ці тверді фракції й називають Біо-Компостом, який формує стійке природне утворення, подібний до біогумусу матеріал, із нейтральним запахом, який може бути використаний в сільському господарстві.

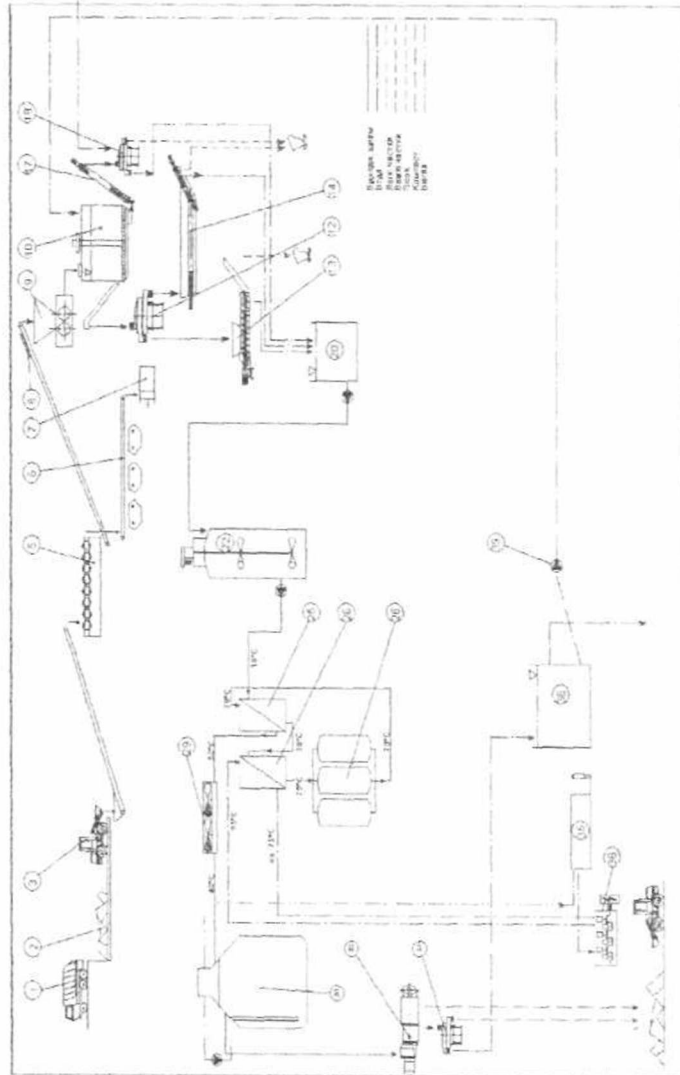


Мал.5 Біо-компост отриманий після технологічного процесу

Надлишок води повторно перевіряються (33) з метою відділення твердих часток, що залишилися на поверхні. Компост може зберігатися на відкритій місцевості для остаточного дозрівання ще два - чотири тижні.

Газ, що генерується в реакторі - транспортується в сміть для зберігання газу (35) через осушувальні фільтри для очищення (видалення сірководню H_2S), звідки він передається на двигун-генератор (36). У випадку відсутності газодвигунів біогаз спалюють в адаптованих котлах.

Залишки рідини частково використовують для розчинення свіжих відходів на підготовчій ділянці, а частина надлишкової води зберігають в окремому резервуарі (38) для подальшого утворення добрива, яке може бути безпосередньо використане на полях або додане у воду для зрошення. Однак ці води також можуть очищатися на звичайній станції біологічного очищення стічних вод і використовуватися для технічних потреб, що є повністю безпечним.



Мал.6 Технологічна схема установки по сортуванню та утилізації ППВ разом зі стічними водами

ТЕР

Завод по очищенню стічної води й утилізації несортованих твердих побутових відходів (ТПВ) дозволить переробляти(утилізувати) несортовані ТПВ та мулові утворення з станції очистки стічних вод не тільки покриваючи затрати на власну експлуатацію, але й з отриманням прибутку.

За нашими розрахунками термін окупності такої установки складе від 2-х до 3,5 років. На нашу думку при такому строку окупності проекту доцільно розглянути можливість приймання ТПВ без оплати. Є думка, що в такому випадку об'єми надходження ТПВ будуть збільшено в 1, 5-2 рази

Крім того, при розрахунках не враховувався прибуток від реалізації по «зеленому тарифу». Також не було враховано поліпшення екологічної ситуації в Україні і можливе при цьому сприяння з боку держави.

Застосувавши наведені вище технології при модернізації застарілих очисних споруд ми одержимо повністю автономну станцію очищення води, яка з потребуемого дотацій господарства перетвориться в прибуткову фірму(прибуток від реалізації добрив і енергоносіїв).

Висновки.

1. Дана концепція розвитку станції очистки стічних вод повністю відповідає всім встановленим вимогам екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища. Повітря та вода які потрапляють до навколишнього середовища являються повністю чистими і не мають жодних запахів та домішок, рівень вмісту яких перевищував би ГДК. Окрім того за рахунок об'єднання станції очистки стічних вод та станції переробки твердих побутових відходів – вирішуються одразу дві проблеми будь-якого міста, та ще й вивільняються гектари земель, які були задіяні під мулові поля. Також слід зазначити, що за основу взято технологію метанування, тобто отримання високо калорійного палива у вигляді біогазу, який отримується з біологічної складової відходів та стічних вод, і являється енергоносієм для забезпечення власних потреб всього водоочисного господарства. Спалювання біогазу в когенераційній установці дозволить забезпечувати потреби господарства не тільки в електричній, а й у тепловій енергії.

2. Запропонована в концепції технологія є, безперечно, ресурсо – та енергозберігаючою і повністю безпечною з точки зору екологічності. Одержані ж в результаті біо-добрива, як показали дослідження та багаторічний досвід використання, являються чи не найкращим добривом для вирощування будь яких сільськогосподарських культур та садівництва. Також слід зазначити що реалізація вторинної сировини отриманої під час технологічного процесу справляє позитивний вплив на загальну рентабельність підприємства.

3. Результатом впровадження такої концепції буде повністю автономна станція очистки стічних вод, яка зі збиткового підприємства перетвориться в прибуткове.

Використані джерела інформації:

1. Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Донс, М.Бренндерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.
2. Соуфер С. Биомасса как источник энергии: Пер. с англ. / С. Соуфер.—М.: Мир, 1985.— 368 с.
3. Барбара Эдер, Хайнц Шульд. Биогазовые установки. Практическое пособие. – 1996, переиздано 2006
4. Яковлев С.В., Волков Л.С., Воронов Ю.В. и др. Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод. – М.: Химия, 1999. – 447 с.
5. Биологическая очистка сточных вод и отходов сельского хозяйства: Динамические модели и оптимальное управление / [Гарнаев А. Ю., Седых Л. Г., и др.]; под ред. М. Ж. Кристапсона. – Рига: Зинатне, 1991. – 173 с.
6. Кошель М. Шматко Т та ін. Ефективне очищення стічних вод // Харчова і переробна промисловість. – 1998. – № 6. – С. 27.
7. Глухов В.В. и др. Экономические основы экологии / В.В. Глухов, Т.В. Лисочкина, Т.П. Некрасова. – СПб.: Специальная литература, 1997. – 304 с.

Рецензент: д.т.н. Василенко С.М.