

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

УДК 502/504

Г. Г. Трохименко, Ц. Р. Яценко
Національний університет
кораблебудування імені адмірала Макарова

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ ЗА РАХУНОК ФІТОРЕКУЛЬТИВАЦІЇ ШЛАМОВИХ МАСИВІВ МГЗ

Оцінено вплив шламонакопичувачів МГЗ на екологічну безпеку регіону, запропонований метод фіторекультивациі, як захід із запобігання негативного впливу.

Ключові слова: фіторекультивациа, шламосховище, відвал, рекультиватори.

Оценено влияние шламонакопителей НГЗ на экологическую безопасность региона, предложен метод фиторекультивации, как мера по предотвращению негативного воздействия.

Ключевые слова: фиторекультивации, шламоохранилище, отвал, рекультиваторы.

The effect of Nikolaev Alumina Refinery (NAR) sludge tanks on the environmental security of the region is estimated, the method of phytorecultivation as a measure to prevent negative impact is provided.

Keywords: phytorecultivation, sludge tanks, dump, recultivators.

Збереження екосистем від негативного впливу промислових технологій є однією з найважливіших проблем сучасної екології. Для Миколаївського регіону надзвичайну небезпеку становлять шламосховища Миколаївського глиноземного заводу (надалі МГЗ), червоні шлами якого складають 1,2 млн тон на рік, що несе загрозу виникнення техногенної катастрофи, аналогічну аварії на металургійному підприємстві з виробництва алюмінію Ajkai Timfoldgyar Zrt (Угорщина) в жовтні 2010 р. [6]. Наприклад, тільки за офіційними даними за 2012 рік на МГЗ 2 рази відбулося розпилення шламу зі шламосховища №2. Але, незважаючи на це, в Україні досі немає проектів з утилізації червоних шламів, вони вважаються дорогими і тому недоцільними. Модернізація виробництва не проводилася вже багато років, а відходи накопичуються і складаються в шламосховищах (відношення сухих відходів підприємства до рідких приблизно 50% на 50%) [1].

Найбільш руйнівний вплив на прилеглі до МГЗ території становить дефляція поверхонь, на яких утворюється пил шламових масивів, яка, в свою чергу, призводить до перенесення екополютантів (за добу з 1 га – від 2 до 5 т пилу) [6]. Залежно від якості бокситу і особливостей його переробки червоний шлам містить (мас.%): 40-55 Fe₂O₃, 14-18 Al₂O₃, 5-10 CaO, 5-10 SiO₂, 4-6 TiO₂, 2-4 Na₂O. Вміст елементів-домішок наступний (г/т): 5 Cu, 10 Be, 50 B, 4 S, 0,2 Co, 30 Ga, 30 Sc, 20 La, 30 Ce, 20 Mo, 80 Y, 20 Ni [13].

Для запобігання негативного впливу шламосховищ на прилеглі території та з метою поліпшення санітарно-гігієнічних умов різні автори пропонують закріплювати сухі ділянки шламосховищ відходами нафтопереробки і виробництва целюлози, латексу, полімерами і т.д., які створюють на поверхні сховища тонку плівку. Одним із запропонованих способів зміцнення поверхні також є формування гнучких або жорстких конструктивних елементів (плит, матів, великих гранул) з поживних ґрунтозасилувачів

сумішей із подальшим механізованим укладанням цих елементів на похилі поверхні шламосховищ. Але всі ці методи мають істотні недоліки: низьку механічну стійкість покриття, токсичність, складність приготування і нанесення, неможливість використання в зимовий період, високу вартість і т.д. Також, варто зазначити, що всі вище зазначені методи пройшли тільки експериментальне випробування і на момент проведення нашого дослідження не знайшли використання на МГЗ.

Після ретельного дослідження стану шламосховища, запропоновано нівелювати ситуацію методами біологічної рекультивації, такими як гідропосів трав або фіторекультивацією досліджуваних шламових масивів. Фіторекультивація – один із найбільш дешевих і ефективних способів відновлення порушених промисловістю земель, який, крім функції збільшення продуктивних земель, також відіграє сануючу роль.

За сучасними уявленнями біологічна рекультивація шламосховищ повинна переслідувати мету формування рельєфу, наближеного до навколишніх прилеглих територій, ліквідації ерозії земель та забруднення повітряного і водного середовища. Численними дослідженнями встановлено, що найбільш важливими критеріями придатності субстрату, в нашому випадку, червоного шламу, для фіторекультивації, є показник рН субстрату (рН червоного шламу 10-13), а також ступінь засоленості та токсичності [1]. Варто відзначити, що рослини в процесі фіторекультивації змінюють субстрат в сторону зниження показника рН, тобто нейтралізації токсичних солей. Безперечними перевагами представленого методу є прискорені темпи закріплення поверхонь, що пилять, несуттєві витрати на добрива і насіння. На протегрунті без гумусу за 2-3 роки створюється стійка рослинна система. Метою статті є оцінка стану шламосховищ МГЗ для подальшої фіторекультивації, а також вибір методу фіторекультивації.

Виклад основного матеріалу. Миколаївський глиноземний завод має два шламосховища. Шламонакопичувач № 1 це штучно створена ємність, загальною площею 188 га, призначена для складування шламу і освітленої зворотної води з урахуванням атмосферних опадів. Обсяг накопичення червоного шламу, що утворюється в термічних процесах металургії алюмінію, станом на 01.01.10 р. складає 26,6 Мт. Шламосховище належить до гідротехнічних споруд наливного типу і класифікується як гідродинамічно небезпечне. В урядовому рішенні про будівництво МГЗ передбачалася повна утилізація шламу з початком експлуатації заводу, але це не було реалізовано. Шламосховище вже майже наповнене і проблема вторинного використання шламу стоїть дуже гостро. На сьогоднішній день воно експлуатується як технологічне водоймище зворотного водопостачання [10]. Шламонакопичувач № 2 це штучно створена ємність загальною площею 112 га, призначена для «сухого» складування червоного шламу. Ємність споруди – 27,8 млн м³, термін експлуатації – 24,9 року. Шламосховище з 2008 року експлуатується за своїм прямим призначенням і заповнене приблизно на 15%. [12]. Попередні оцінки показали, що найбільш значний вплив на навколишнє середовище відбувається:

1) на стадії будівництва шламосховища (вилучення земель, в тому числі сільськогосподарського призначення; зміна рельєфу місцевості і порушення ландшафту, що, в свою чергу, спричинить знищення водних об'єктів, флори і фауни в межах будівництва шламосховища; шумове забруднення);

2) на стадії експлуатації шламосховища (вплив шламосховища на гідродинамічний режим підземних вод, що може призвести до підвищення їх рівня; вплив на гідрологічний режим поверхневих вод);

3) при виникненні аварійних ситуацій (гідродинамічна аварія, пов'язана з руйнуванням захисної дамби шламосховища в період повені; аварія, пов'язана з виділенням пилу червоного шламу; аварія з можливими викидами аерозолу їдкого натрію).

Проектними рішеннями будівництва шламосховища № 2, в частині запобігання забрудненню атмосферного повітря, заходів щодо недопущення виникнення зазначених

позаштатних ситуацій не передбачено [2]. Вище перелічені загрози реальні і підтверджуються практикою експлуатації шламонакопичувачів.

Систематизація рослин-рекультиваторів шламових масивів. Критерії, що використовуються при відборі рослин для фіторекультивациі шламових масивів:

- надання переваги використанню місцевих видів;
- підбір видів з широким ареалом розповсюдження;
- здатність до виживання та росту в місцях з низьким вмістом поживних речовин, високою концентрацією важких металів і підвищеною лужністю субстрату;
- наявність видів у комерційних розсадниках рослин або можливість малозатратного культивування.

На рисунках 1-6 наведені назви рослин, які можуть бути використані як рекультиватори шламосховищ, з урахуванням вище зазначених критеріїв і досліджень, проведених в Україні та за кордоном, зокрема, такими авторами як Лукіна Н. В. та Гурина І. В. та систематизовані нами відповідно до умов півдня України [3, 5, 8] (відповідно українською та латинською мовами).

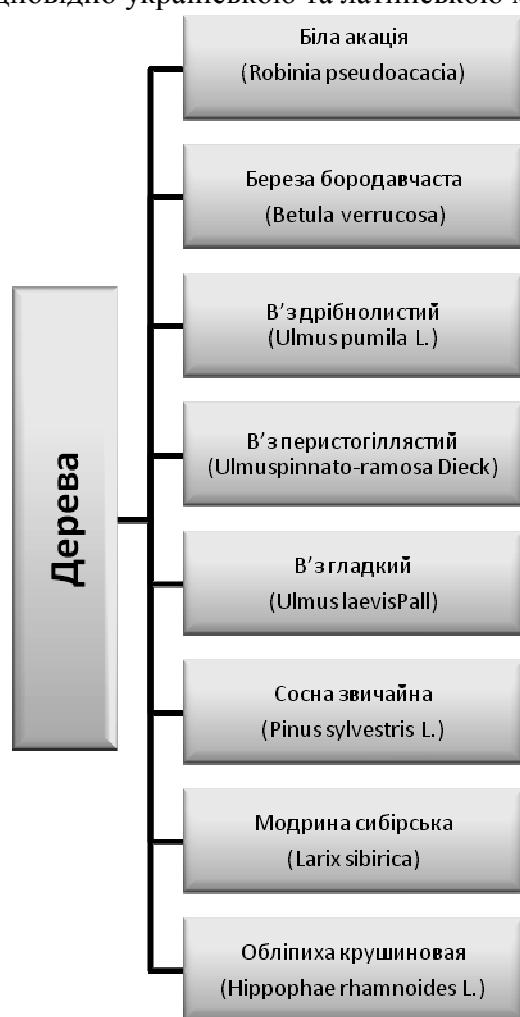


Рис. 1. Види дерев, що можуть бути використані для фіторекультивациі шламових масивів різних типів

технологія озеленення багаторічними травами. Найбільш стійкими показали себе злакові, а також бобові. Для лугових трав, що використовуються в якості рослин-рекультиваторів, виключно велике значення має процес накопичення кореневої маси. Встановлено, що на першому місці по накопиченню підземної маси йде костриця червона, за нею в порядку



Рис. 2. Види кущів, що можуть бути використані для фіторекультивациі шламових масивів різних типів

Найкращими фітомеліорантами, найбільш пристосованими до умов різних видів відвалів є сосна звичайна, модрина сибірська і обліпіха крушинова. Дослідження показали, що особини обліпіхи, що використовувались для озеленення відвалів, містять в 3,5 рази більше важких металів, ніж обліпіха, що росте в звичайних умовах [11]. З огляду на те, що обліпіха швидко розростається і має досить розвинену кореневу систему, простежити динаміку накопичення в рослині шкідливих речовин у днаміці досить нескладно.

Досліджені нами результати фіторекультивациі різноманітних відвалів свідчать, що найбільш ефективною є

зменшення тонконіг лучний, костриця лучна, тонконіг альпійський, арктагросіс широколиста, щучка дерниста. Останній злак характеризується тим, що під час етапу екотопічного відбору має значний вплив на рослинність навколо себе, біологічно активні речовини, що виділяє щучка дерниста, негативно впливають на рослини інших видів.

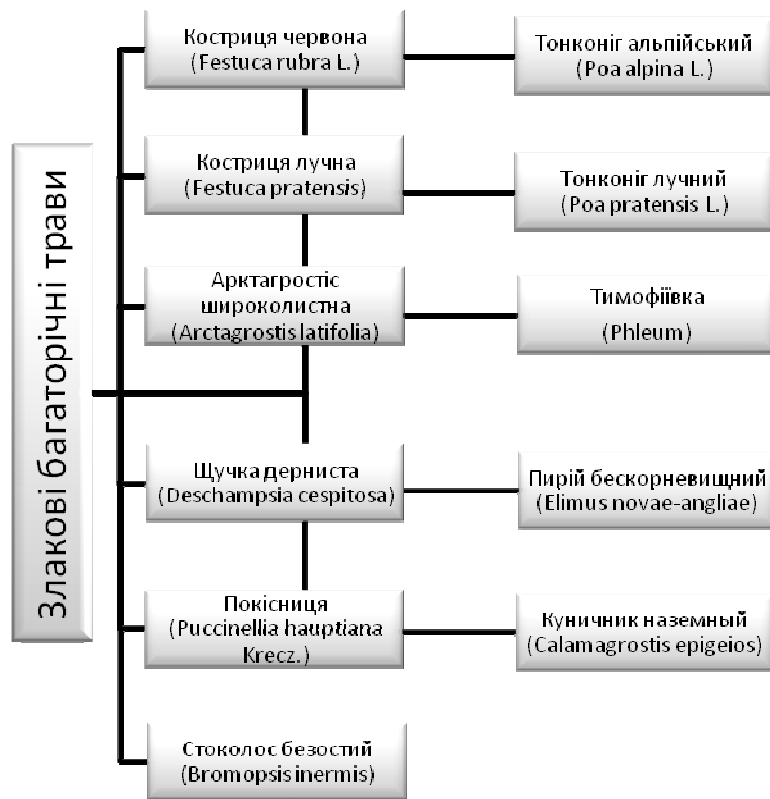


Рис. 3. Види злакових багаторічних трав, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів

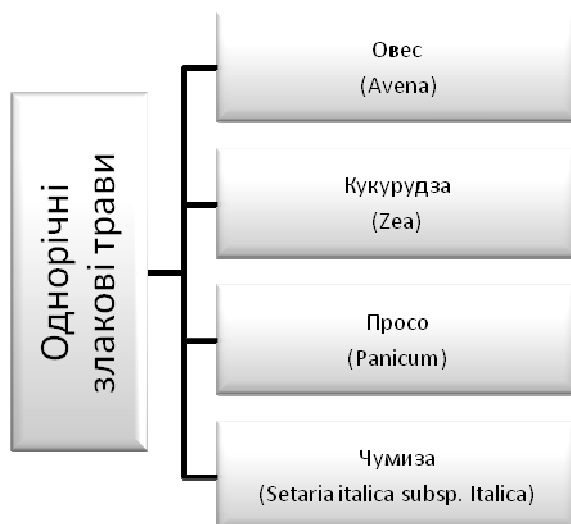


Рис. 4. Види злакових однорічних трав, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів



Рис. 5. Види бобових трав, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів

При врахуванні того, що в умовах шламосховищ на рослини діє багато негативних факторів навколишнього середовища, то вплив щучки дернистої в цьому випадку

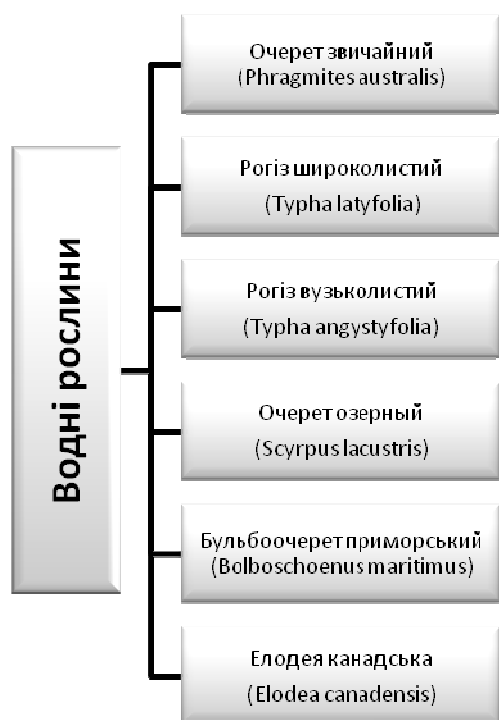


Рис. 6. Види водних рослин, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів

широколистий, рогіз вузьколистий, очерет озерний і бульбоочерет приморський. Багатьма попередніми дослідженнями та нашими лабораторними дослідженнями встановлено, що ці рослини не тільки невибагливі до умов середовища, а й здатні виживати в умовах інтенсивних промислових забруднень (зокрема, ґрунто-суміші з різним співвідношенням шламу) і при цьому мають унікальну здатність акумулювати в своїх тканинах розчинені у воді хімічні речовини, таким чином очищаючи ґрунтове середовище. Також, варто відзначити, елодею канадську або, як її називають, «водяну чуму», яка при дослідженні реакції на стічні води виявила себе як найбільш стійкий вид.

На підставі вивчення процесу природного заростання, досвіду фіторекультивації шламосховищ, дослідно-промислових випробувань і експериментальних досліджень на шламосховищах МГЗ рекомендовані наступні види культур: рогіз вузьколистий (*Typha Angustifolia*) і очерет звичайний (*Phragmites Frustralis*). Багатьма дослідженнями встановлено, що ці рослини не тільки не вибагливі до умов природного середовища, а й здатні виживати в умовах інтенсивних промислових забруднень і при цьому мають унікальну здатність акумулювати в своїх тканинах розчинені у воді хімічні речовини і таким чином очищати ґрунтове середовище.

Для біологічного закріплення відкосів діючих шламосховищ найбільш доцільним і економічно вигідним є створення чистих культур з очерету звичайного (для даної території це – найпоширеніша рослина). Важливою біологічною особливістю очерету є те, що при частковій засипці стебел, в їх вузлах починають пробуджуватися сплячі бруньки, що в свою чергу провокує утворення нових пагонів, коріння і кореневища, тобто інтенсивність росту очерету випереджає інтенсивність складування шламів, тому складування нових шарів шламів не призводить до загибелі очерету, при достатньому рівні вологості. Температура нагріву шламів сонячними променями в зонах, що вкриті рослинністю, в два рази нижче, ніж на відкритих ділянках. З огляду на зниження

виявляється важливим фактором у відборі видів для формування парціальної флори. Крім того на початкових етапах заростання шламосховищ щучка формує фітомасу – матеріал для збагачення субстрату органічними речовинами.

Позитивні результати досягаються при посіві злаково-бобових сумішей з співвідношенням 2:1 по масі з нормою посіву 35-40 кг на га. Рослини мають різну чутливість до вмісту в ґрунті рухомого алюмінію, що особливо важливо при рекультивації сховищ червоного шламу до складу якого входить 14-18% Al_2O_3 . Одні без шкоди витримують відносно високі концентрації цього елемента, а інші при тих же концентраціях гинуть. Високою стійкістю до рухомого алюмінію володіють овес, тимофіївка, середньою – кукурудза, люпин, просо, чумиза.

На підставі вивчення процесу природного заростання, досвіду фіторекультивації на шламосховищах рекомендовані наступні види водних культур: очерет звичайний, рогіз

температури нагріву, шлами менше висушуються і зберігають певний запас вологи, що також знижує запилювання.[4]

Попередження розпилювання шламу досягається завдяки двом ефектам: зв'язуванню мінеральних часток в межах зміцнюваного шару і екрануванню поверхні від зовнішніх впливів. Ефект зміцнення створюється в результаті з'єднувальної дії продуктів життєдіяльності мікроорганізмів (бактерій, нижчих рослин) або внаслідок армуючої дії кореневої системи рослин. Також наземна частина біомаси, що покриває поверхню, запобігає безпосередньому впливу повітряних потоків або гранично знижує їх швидкість поблизу поверхні. І, нарешті, навіть при нерівномірному заростанні поверхні такі ділянки служать просто механічною перешкодою для частинок ґрунту, що переміщуються.

Висновки

1 Фіторекультивация шламосховищ МГЗ дозволить підвищити екологічну безпеку регіону.

2 Закріплення пилоутворюючої поверхні шламонакопичувачів методом фіторекультивации дозволяє попередити вітрову ерозію, активувати процес ґрунтоутворення, покращити мікроклімат та екологічні умови території навколо шламосховища.

3 Найбільш доцільно для фіторекультивации шламосховищ МГЗ використовувати культури із рогозу вузьколистого (*Typha Angustyfolia*) та очерету звичайного (*Phragmites Fustralis*).

Література

1 Акт перевірки шламонакопичувачів ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» міжвідомчою комісією. – 21.10.2010. – №4040/05-49. – с. 2-3.

2 Горянов Е. И. ООО Николаевский глиноземный завод/ Горянов Е. И., Чураевская Н. М., Кузьмин В. В. Шламоохранилище №2. Система гидротранспорта и оборотного водоснабжения. //Харьков, 2005. – с.11-19.

3 Гурина И. В. Научное обоснование технологий фитомелиорации нарушенных земель при биологической рекультивации (2004-2013 гг.): автореферат дис. д. с.-х. наук: 06.01.02 / И. В. Гурина; Новочеркасская гос. мелиорат. акад. – Н., 2013. – 46 с.

4 Гурина И. В. О применении комплексных мелиораций при биологической рекультивации нарушенных земель / Гурина И. В. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3. – с. 27-28.

5 Гурина И. В. Проблемы биологической консервации золоотвалов тепловых электростанций / И. В. Гурина, А. И. Щиренко // Сб. трудов I Всерос. науч. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и с.-х. производства» (18.03 - 19.03.2009). – Краснодар, 2009. – с. 74-79.

6 Из-за катастрофы в Венгрии в Украине начинается внеплановая проверка двух крупных заводов [электронный ресурс] – Режим доступа <http://telegraf.by/2010/10/iz-zakatastrofivvengrii>.

7 Корнеев В. И. Красные шлами (свойства, складирование, применение)/ Корнеев В. И., Сусс А. Т., Цеховой А. И. – М.: Металлургия, 1991.– 144 с.

8 Лукина Н. В. Особенности формирования флоры и растительности в условиях золоотвалов тепловых электростанций (1990-2002 гг.): автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.05/ Н. В. Лукина; Уральский государственный университет им. А. М. Горького – Е., 2002. – 19 с.

9 Панов С. Н. Опыт закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ. Горный журнал, 1998, №4, с.92-93.

10 Паспорт потенційно небезпечного об'єкта «Шламонакопичувач №1 глиноземного виробництва ТОВ Миколаївський глиноземний завод». – м. Миколаїв, 2008.

11 Прозоров В. И. Биологическая рекультивация шламохранилищ КМЛ (1996 г.): автореф. дис. канд. с.-х. наук./ В. И. Прозоров; Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И. И. Иванова – Курск, 1996. – 23 с.

12 Система пылеподавления на шламохранилище № 2 при складировании шламов «сухим способом». Проект. ОАО «Николаевский глиноземный завод». – Санкт-Петербург, 2005. – 19 с.

13 Утков В. А. Промышленные способы переработки красных шламов / Утков В. А., Мешин В. В., Ланкин В. П. // Состояние, проблемы и направления использования в народном хозяйстве красного шлама // Николаев, 1999.– с. 11.

© Г. Г. Трохименко,
Ц. Р. Яценко

*Надійшла до редакції 7 квітня 2016 р.
Рецензія: докт. техн. наук, професора,
завідувача кафедри «Кондиціонування і
рефрижерациї» Національного
університету кораблебудування імені
адмірала Макарова М. І. Радченка*

*Рекомендував до друку
докт. техн. наук Л. І. Челядин*

УДК 628.39

*Л. Д. Пляцук, Є. Ю. Черниш, А. А. Горова
Сумський державний університет*

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РЕЦИКЛІНГУ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

У статті наведено аналіз динаміки розвитку проектів в сфері біоенергетики в світі і можливості їх реалізації в Україні. Проведено порівняльний аналіз сучасних біотехнологічних рішень переробки та утилізації органічних відходів та обґрунтовано доцільність розробки комплексної біотехнології рециклінгу відходів агропромислового комплексу при комбінації аеробних і анаеробних методів з утилізацією низькопотенційного тепла відходів за допомогою теплових насосів і виробництва біошроту або добрива.

Ключові слова: біотехнологія, рециклінг відходів, агропромисловий комплекс, біоенергетика.

В статье приведен анализ динамики развития проектов в сфере биоэнергетики в мире и возможности их реализации в Украине. Проведен сравнительный анализ современных биотехнологических решений переработки и утилизации органических отходов и обоснована целесообразность разработки комплексной биотехнологии рециклинга отходов агропромышленного комплекса при комбинации аэробных и анаэробных методов с утилизацией низкопотенциального тепла отходов с помощью тепловых насосов и производства биошрота или удобрения.