

НОВІТНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

**Павленко С. І. к.т.н., доцент, Ляшенко О.О. провідний фахівець,
Поволоцкий А.А. аспірант, Філоненко Ю.А. н.с.**
(*Інститут механізації і електрифікації сільського господарства НААН
України*)

У статті розглянуті моделі аераторів-змішувачів, які представлені на світовому ринку. Проведений аналіз конструкцій, їх класифікація, та перспективи використання в Україні.

Вступ. За останні десятиліття в промислово-розвинених країнах світу значно посилилися вимоги екологічної безпеки довкілля. Тверді відходи тваринництва, рослинництва, переробних підприємств, продуктів життєдіяльності людини складають значні об'єми і, при природному процесі їх розкладання, можуть викликати певні ризики. Одним із способів контролю і підвищення рівня безпеки є застосування технології прискороного компостування матеріалів. Суть технології – створення умов для життєдіяльності мікроорганізмів, бактерій, ферментів, що забезпечують інтенсивне протікання біохімічних процесів. З технічних засобів, що забезпечують необхідні процеси, останніми роками з'явилися розробки різних типів мобільних змішувачів-аераторів органічних відходів або мобільні аератори компостів. Завдання цих пристроїв – створення умов щодо вологості, насичення киснем/повітрям, підвищення ефективності протікання хімічних процесів, а також збереження тепла, що виділяється мікроорганізмами і бактеріями при їх життєдіяльності для процесу знезараження матеріалу в результаті формування буртів різних по ширині і висоті.

Мета роботи – узагальнення і аналіз конструктивних розробок реальних моделей змішувачів-аераторів і машин різних моделей та перспектива їх використання в умовах сільськогосподарських підприємств України.

Основна частина. Моніторинг конструктивних рішень моделей аераторів показав, що фірми-виробники пропонують технічні засоби, здатні забезпечувати різні господарські і технологічні умови. Тому різновиди технічних рішень досить широкі. Лідерами за кількістю фірм і моделей, що випускаються, є США, Німеччина, Китай, Австрія. З десятків підприємств-розробників пропонують на ринку близько 30-40 різних моделей аераторів, частка яких складає близько 70%. Проте країнами-виробниками аналогічних машин можна вважати ще щонайменше 20 країн. Серед них Італія, Франція, Фінляндія, Австрія, Туреччина, Англія та інші. Деякі фірми-підприємства мають трансконтинентальні філії. В цілому, розглянуто близько 150 моделей і їхніх модифікацій. Таким чином, можна констатувати, що аератори-змішувачі органічних відходів складають самостійну групу технічних засобів, що мають

займати певне місце в системі машин для механізації рослинництва та тваринництва.

Серед провідних фірм і корпорацій, які розробляють і виготовляють аератори-змішувачі компостів й іншу техніку, є такі як Sittler MFG, Brown Bear (Австралія), TAGR (Китай), BACKHUS, Menart, Compost systems GMBH, Gujer Landmaschinen (Німеччина), ALLU Group, Sandberger (Фінляндія), Frontier, HCL Machine, Wildcat, SCARAB (США), ABONO (Туреччина), Caravaggi, PEZZOLATO (Італія), КОМПТЕСН, Morawetz (Австрія) і інші.

Представлені на рис. 1 типові моделі змішувачів-аераторів органічних відходів, а на рис. 2 класифікація їх конструктивних особливостей відображують різноманіття якісних показників і вимог, яким повинні відповідати ці технічні пристрої, щоб бути конкурентоздатними на ринку продажів для вирішення практичних завдань споживачів і стимулювати виробників до розвитку і створення нових моделей аераторів.

У конструкціях моделей змішувачів-аераторів можна виділити наступні групи (рис. 2) :

- за джерелом енергії;
- за виконанням;
- за типом робочих органів;
- за конструктивно-технологічною схемою;
- за типом додаткового устаткування;
- за типом ходової частини.

Джерелами енергії для змішувачів-аераторів слугують трактори, які через вал відбору потужності передають рух до робочих органів або спеціальне шасі з двигуном і трансмісією. Спеціальні технічні засоби відносяться до групи самохідних і складають 60-65% усіх моделей і модифікацій аераторів-змішувачів. Популярність самохідних машин пояснюється необхідністю виконувати робочий процес в діапазоні швидкостей до 1 км за годину. Організаційно-технічно необхідно встановлювати ходозменшувачі на тракторі. Не на усіх конструкціях тракторів передбачається їх використання. Часто неефективно використовувати енергонасичений трактор з широким спектром швидкісних і технологічних можливостей, високим рівнем технічного контролю, автоматизації і управління в напівстаціонарних уповільнених процесах. Тому розробники пропонують простіші конструктивні рішення по комплектуванню необхідними механізмами і вузлами: двигуна, трансмісії, органів управління, які зменшують габарити агрегатів, здешевлюють конструкцію по комплектуванню агрегату в цілому і стають економічно доцільними у порівнянні з використанням тракторів.

Також технічною, технологічною і економічною доцільністю пояснюється переважне використання гусеничних рушіїв ходової частини на самохідних аераторах-змішувачах: менша циклічність роботи ходової частини, навантаження на опорну поверхню, низька вартість конструкції гусеничного рушія в порівнянні з колісною формулою.



а - **Aeromaster PT-120** (США)
причіпний, роторний робочий орган – трапецієвидна рамка, потужність трактора 60 кВт



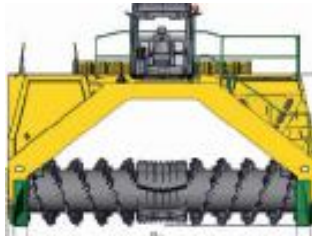
б - **Vermeer CT 1010 TX** (США)
самохідний, елеваторно-конверсний з боковим вивантаженням, гусеничний з пасивним дільником, потужність д.в.з. 160 кВт



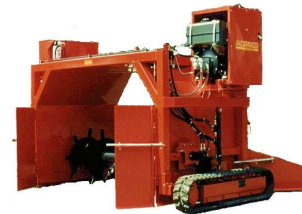
в - **SC3110 Brown Bear** (Австралія)
навісний, фрезерні робочі органи, зрушення матеріалу вправо, встановлений бак з рідиною, арочна форма рамки



г - **PRT 2500, PEZZOLATO** (Італія)
причіпний, шнековий робочий орган, трапецієвидна рамка, бак з рідиною, вертикальне транспортування робочого органу, потужність д.в.з. до 50 кВт.



д - **6-series, BACKHUS** (Німеччина)
самохідний шнековий, роторний робочий орган, трикутна рамка, ширина захоплення 5,8-6,8 м, потужність д.в.с. 336-447 кВт



е - **Rivo 280 D, Caravaggi** (Італія)
самохідний, гусеничний, фронтальний, шнеко-пальцевий ротор, трапецієвидна рамка, бак з рідиною, ширина захоплення 2,8 м, потужність д.в.с. 44 кВт



ж - **Topturn X53, X60, X67, КОМПТЕСН** (Австрія)
самохідний, гусеничний, фронтальний з бічним вивантаженням, - висота бурту 2,38-3,1 м, ширина захоплення 5-6,4 м, потужність д.в.з. 242-328 кВт



з - **Topturn, 3500 G** (Австрія)
самохідний, гусеничний, фронтальний, з активними дільниками, шнеково-роторний з трикутною рамкою, потужність д.в.з. 112 кВт



і - **TG 231, Gujer Landmaschinen** (Німеччина)
причіпний, колісний, пальцевий ротор з арочною рамкою, потужність д.в.з. трактора до 45 кВт



к - **TAGR M3600** (Китай)
самохідний, колісний, фронтальний, шнеко-пальцевий ротор з трапецієвидною рамкою, пасивні дільники, ширина захоплення 3,6 м, висота бурту до 1,8 м, потужність д.в.з. 180 кВт

Рисунок 1 – Типові моделі аераторів-змішувачів

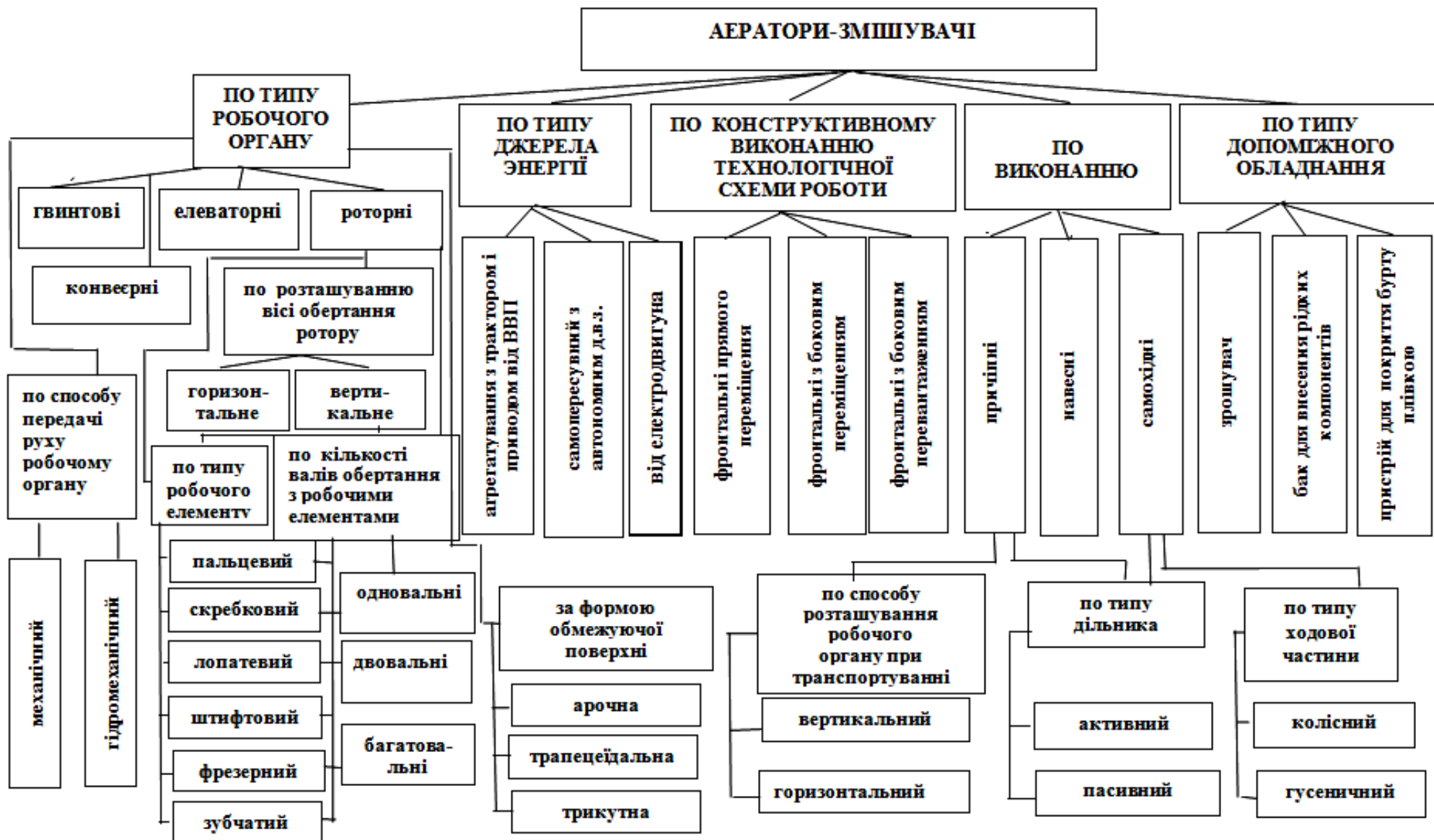


Рисунок 2 – Класифікація конструкцій мобільних змішувачів-аераторів органічних відходів

Діапазон потужності у енергетичних установок з гусеничними рушіями від 20-40 кВт (рис. 1а) до 450-500 кВт (рис. 1д, 1з, 1і, 1к) Органи управління на невеликих самохідних аераторах-змішувачах встановлюються справа або ліворуч, на бокових стійках і оператор керує робочим процесом, знаходячись на підніжці. На великих енергоустановках органи управління знаходяться в кабіні, яка встановлюється по центру, справа або ліворуч (рис. 1б, 1д, 1з, 1ж, 1е, 1к).

Навісні на трактор моделі змішувачів-аераторів складають відносно невелику групу, близько 5%. Основна перевага навісних - швидка зміна адаптерів - пристроїв з різними робочими органами. Можуть навішуватися спереду, ззаду з лівою або з правої сторони. У першому наближенні функціонально для аерації і змішування можуть бути використані різні типи навісних навантажувачів гною безперервної дії [1, 2] проте якість аерації і змішування не завжди ефективно [3, 4]. У Австралії фірма Brown Bear (рис. 1в) випускає переважно навісні змішувачі-аератори в декількох типорозмірах для комплектації тракторів від 20 до 220 кВт. Принцип роботи шнеко-фрезерних робочих органів полягає в зміщенні оброблюваного матеріалу вправо і його перекидання для утворення бурту. За оцінками ефективності цих машин їх енергоємність значно вище чим застосування причіпних змішувачів-аераторів [5].

Простота конструкції, досить невелика вартість забезпечують попит для причіпних змішувачів-аераторів (рис 1а, 1г, 1і), для використання на тваринницьких фермах з циклічною роботою по переробці відходів на протязі певного періоду: дня, тижня. Вони відносяться до технічних пристроїв, які можуть бути застосовані за потреби, що підтримує постійний інтерес до їх пропозицій. Агрегатуються з тракторами, обладнаними ходозменшувачами і потужністю двигуна від 20-120 кВт.

Електропривод для роботи змішувачів-аераторів використовується в обмежених випадках для комплектування в особливих умовах тунельних сховищ, закритих камер.

Щодо організації технологічного процесу конструкції змішувачів-аераторів поділяються на фронтальні прямого переміщення (рис. 1а, 1г, 1д, 1у, 1і, 1к) і фронтальні з бічним вивантаженням (рис. 1б, 1ж). Відмінності полягають в особливостях формування бурту: перші утворюють бурт по ходу руху агрегату за допомогою активного робочого органу, що відділяє і перемішує порції початкового матеріалу, переміщаючи його догори до обмежувальної рамки трапецеїдального (рис. 1а, 1г, 1к), трикутного (рис. 1д, 1з) або аорчного перерізу (рис. 1в, 1і), відбиваючись від якої частки матеріалу утворюють бурт відповідного профілю, висотою 1,2-2,5 м. Недолік такої схеми – відносно невисокі бурти, що визначають значні площі для забезпечення проїздів і розміщення буртів. Висота буртів підвищується до 3-4 м, якщо встановлювати додаткові конвеєр-транспортери (рис. 1б, 1і, 1ж). Їх виготовляють стрічковими або скребковими.

Основні типи робочих органів, що визначають активну частину змішувачів-аераторів, поділяються на роторні (рис. 1а, 1і), гвинтові (рис. 1д, 1г, 1к), елеваторні (рис. 1б) і конвеєрні (рис. 1б, 1ж) – комбінації вище названих конструкцій з різними транспортерами. Робочими елементами, що забезпечують відділення і перемішування порцій служать пальці (рис. 1к), шкребки (рис. 1б),

лопатки (рис. 1а), штифти, фрези (рис. 1в), вибір яких визначається властивостями початкового матеріалу: щільністю, в'язкістю, клейкістю, кутами внутрішнього тертя тощо. Аналіз функціонування пристроїв вимагають окремого розгляду. Кількість валів з активними елементами визначаються також особливостями фізико-механічних властивостей сировини і поставленими господарськими завданнями.

Для вирівнювання хімічного складу і створення умов для життєдіяльності мікроорганізмів і бактерій необхідно підтримувати оптимальну вологу сировини – 65-75%. Для цього на змішувачі-аератори встановлюються баки для внесення води або рідкої фракції гною: навісні або причіпні. Об'єм баків від 0,5 до 10 м³. Безпосередньо внесення рідких компонентів виконується розпилювачами-форсунками. В деяких випадках для збереження тепла бурти покриваються поліетиленовою плівкою. На змішувачі-аератори, в основному причіпні, встановлюються пристосування для розмотування рулонів.

Основні технічні дані, які надає виробник для інтересу споживача продукції, представлені в таблиці. Передусім – щільність початкового матеріалу, з яким може ідентифікуватися сировина замовника. Щільність твердої фракції гною сільськогосподарських тварин знаходиться в діапазоні 270-900 кг/м³ [6].

Таблиця – Основні технічні характеристики мобільних змішувачів-аераторів органічних відходів

Основні характеристики	Одиниця виміри	По виконанню		
		Навісні	Причіпні	Самохідні
1	2	3	4	5
Щільність початкового матеріалу	кг/м ³	до 600	до 600	до 600-1200
Питоме об'ємне навантаження	м ³ /м	1-2	1-4	Від 1 до 9-12
Потужність енергоустановки	кВт	20-220	40-120	20-450
Ширина захвату	м	1,8-3,0	2,1-4,0	1,5-8,0
Висота бурту	м	1,2-1,5	1-2,5	1,0-3,5
Продуктивність	м ³ /Год.	100-1500	400-2000	2500-6000
Робоча швидкість	м	1,2-1,5	1-2,5	1,0-3,5
Річне навантаження	тис. т	2-10	10-20	1-100 і вище

Рекомендована щільність для роботи навісних і причіпних змішувачів-аераторів усереднена до 600-700 кг/м³, для самохідних вище, до 1200 кг/м³. Проте ці значення відносно умовні. Розробники самохідних моделей ALLU 26 і ALLU 38 (ALLU Group, Фінляндія) вказують, що технічні засоби працюють при щільності матеріалу відповідно до 1200 і 1800 кг/м³. Питоме об'ємне навантаження характеризує кількість матеріалу, що переробляється, проходить на метр ширину захвату. У моделях ALLU 26 і ALLU 38 максимальне питоме об'ємне навантаження складає 6 м³/м і 12 м³/м. В самохідного змішувача-аератора моделі TracTurn 3500 G (рис. 1з) ці значення 5,2 м³/м Для навісних і причіпних – від 1 до 4 м³/м.

Джерело енергії і агрегування, технологічні параметри роботи агрегату : ширина і висота бурту, робоча швидкість і продуктивність (таблиця.) узгоджуються з конкретною господарською, організаційною і економічною ситуацією. Особливо необхідно підкреслити, що робоча швидкість складає 0-1000 м/год.

У країнах СНД – Росії, Білорусі, Україні проводяться дослідницькі і дослідно-конструкторські розробки змішувачів-аераторів органічних відходів, які знаходяться на стадіях дослідних зразків.

Використання змішувачів-аераторів органічних відходів в Україні мають певну перспективу. Сільськогосподарські підприємства, що прагнуть одержувати сільськогосподарську продукцію тваринництва європейського рівня за кількістю та якістю, повинні забезпечувати умови її виробництва і сучасні технології переробки органічних відходів. Підвищення вимог до екологічного стану навколишнього середовища, ефективне використання земель сільськогосподарського призначення, відповідність умов переробки і зберігання гною чинному законодавству – організаційні чинники необхідних технічних засобів, що розглядаються. Видалення з приміщень підстилкового гною великої рогатої худоби, свиней, птиці та його подальшої переробки – основна технологічна зацікавленість зоотехніків, що використовують такий спосіб утримання тварин. Таким чином, організаційно-технологічні умови сприяють розвитку технічних засобів для переробки органічних відходів і мобільні змішувачі-аератори – одні з простіших механізмів, що їм відповідають. Але виникає питання в якому форматі їх виготовляти або купувати за кордоном. Особливості ведення господарської діяльності, технології утримання, існуюче технічне забезпечення, об'єми переробки, експлуатаційні умови використання техніки, забезпечення фізико-механічних властивостей органічних відходів – це фактори, що визначають вибір відповідних пристроїв. Попередній аналіз умов показує, що в Україні 80% продукції тваринництва одержують ферми з об'ємом гнойових відходів до 10000 тон [7]. Трактори МТЗ-80/82, класу 1,4 – найбільш розповсюджені енергозасоби, тому причіпні або начіпні моделі аераторів до них, представляють інтерес для дослідження їх характеристик і рекомендацій по використанню.

Висновок. Проведена систематизація розробок конструкцій моделей і модифікацій змішувачів-аераторів органічних відходів, розроблена їх класифікація, виконаний аналіз технологічних і експлуатаційних можливостей технічних засобів для адаптації в реальних умовах.

Бібліографічний список

1 Клименко А.И. Применение погрузчика ПНД-250 для приготовления компостов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989. - №7. – с.18.

2 Машина для приготовления компостов МПК-1 / Буклет. – Запорожье: Токмакская типография, 1990. – 4 с.

3 Михеев Л.Н., Сабуров С.В. Биотермический процесс в буртах // Химизация сельского хозяйства. – 1989, №12. – с. 15-18.

4 Михеев Л.Н., Сабуров С.В. Изменение свойств торфонавозных смесей при компостировании // Химизация сельского хозяйства. – 1990, №11. – с. 27-30.

5 Technical Assessment of Physical Compost Aeration Mechanisms and the System Effect on the Mechanical and Biological Efficiency of Composting [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.engr.usask.ca/societies/csae/PapersAIC2002/CSAE02-216.pdf> - Загол. з титул. екрану.

6 Васильев В.А., Филиппова И.В. Справочник по органическим удобрениям. 2-е изд., перераб. и доп. – М: Росагропромиздат, 1988. – 255с., с.163.

7 Павленко С.І., Ляшенко О.О., Цис І.С. Моніторинг органічних відходів тваринництва в Україні // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві. Зб. наук. праць Інституту механізації тваринництва УААН. – Запоріжжя: ІМТ УААН, 2012. – Вип.1. (9) 2012. – С. 149-157.

Аннотация

Новейшие технические средства переработки органических отходов

Павленко С.И., Ляшенко А.А., Поволоцкий А.А., Филоненко Ю.А.

В статье рассмотрены модели азраторов-смесителей, которые представлены на мировом рынке. Проведен анализ конструкций, их классификация и возможности использование в Украине.

Abstract

Newest means of processing of organic wastes

S. Pavlenko, A. Lyashenko, A. Povolockiy, Y. Filonenko

The models of compost turners which are presented in the world market are considered in the article. The analysis of constructions, their classification and possibilities of the use in Ukraine are executed.