

УДК 662.63

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

Куценко Ю. М., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-31-59

Анотація – проведено аналіз основних джерел біомаси для виробництва біогазу, розглянуті процеси отримання біогазу для підприємств агропромислового комплексу.

Ключові слова– біоенергоконверсія, біогазові установки, тверді побудові відходи, агропромислові підприємства.

Постановка проблеми. Енергетична проблема, яка сьогодні є надзвичайно актуальною практично для всіх країн світу, особливо гостро відчувається в Україні, лише на 35...40% здатній задовольнити свої потреби власними паливо-енергетичними ресурсами. Біоенергетика являє собою актуальний напрямок розвитку аграрної сфери сьогодення. Стабільність розвитку агропромислового сектору напряму залежить від гарантованого забезпечення господарств паливо-енергетичними ресурсами. Агропромисловий комплекс щорічно споживає близько 5 млрд. кВт·год. електроенергії, 4,2 млрд. куб. метрів природного газу [1]. На протязі останніх років вартість електричної і теплової енергії, природного газу та інших видів енергоносіїв зросла у 1,5...2 рази.

З метою високоефективного використання новітніх технологій біоенергоконверсії при виробництві енергії необхідні впровадження обладнання за технологічними показниками та технічними характеристиками, які відповідають рівню міжнародних стандартів та забезпечують надійність їх роботи.

Аналіз останніх досліджень. Широке використання поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) в технологічних процесах, ефективність переробки сировини в енергетичну продукцію досягається тільки за умов дотримання раціональних параметрів технологічних процесів і машин для агропромислового комплексу.

Одним із напрямів доповнення і часткової заміни використання електроенергії в сільській місцевості є використання біогазу. Отримання газоподібного палива з біомаси, а саме біогазу – є більш привабливим та актуальним в умовах сільськогосподарських регіонів [2].

Отримання біогазу економічно виправдано при переробці постійного потоку відходів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Проведення аналізу альтернативних видів паливно-енергетичних ресурсів та обґрунтування подальшого впровадження біогазових технологій з метою раціонального отримання біогазу.

Основна частина. У нинішній ситуації головними чинниками ефективного розвитку сільськогосподарського виробництва повинна бути розробка і впровадження енергоощадних технологій виробництва сільськогосподарської продукції і широке використання поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) в технологічних процесах [3]. Найбільш поширеними методами використання біомаси для енергозабезпечення сільськогосподарських технологічних процесів є безпосереднє спалювання та анаеробна ферментація з утворенням метану. На рис. 1 представлені основні види палива з біомаси.

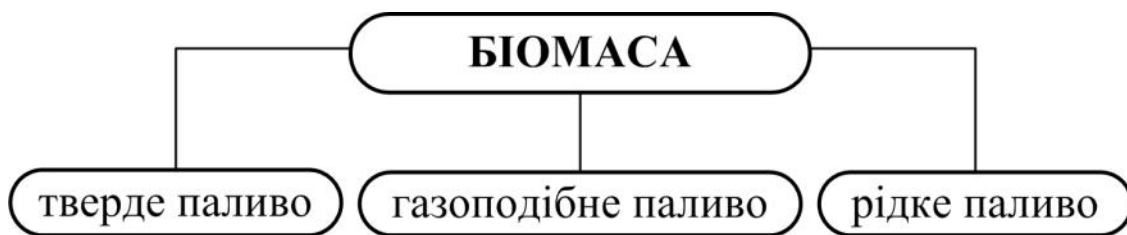


Рис. 1. Основні види палива з біомаси

Біогазові технології дозволяють найбільш раціонально й ефективно перетворювати енергію хімічних зв'язків органічних відходів у енергію газоподібного палива і органічних добрив. Доцільність отримання біогазу з органічних відходів у масштабах України обумовлена їх кількістю і концентрацією як в окремих господарствах, так і в цілих регіонах.

Основним представником газоподібного палива при переробці біомаси є біогаз. Енергія, що отримується при спалюванні біогазу, може досягати від 60 до 90% тієї, якою володіє вихідний матеріал [4].

Слід підкреслити, що причини відновлення зацікавленості анаеробною ферментацією виходять за рамки, обмежені виключно енергетичною метою. Практика скидання тваринницьких відходів на землі, що не використовуються в рільництві, у сучасних умовах недопустима, – гній і його стоки стають вагомими джерелами забруднення навколишнього середовища. Основні джерела біомаси, які використовуються для отримання біопалива, наведені на рис. 2.

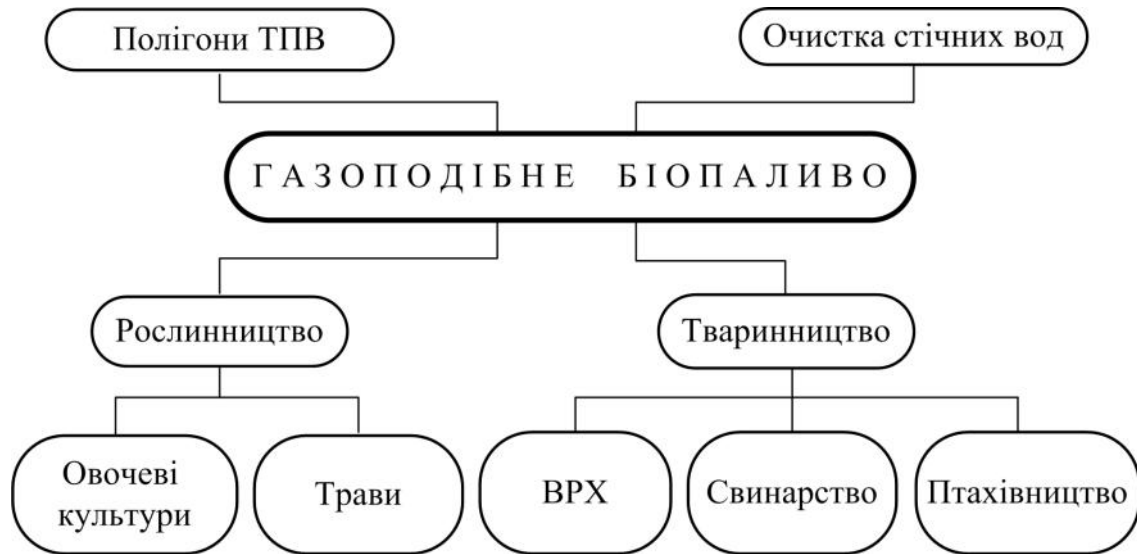


Рис. 2. Основні джерела біомаси для виробництва біогазу

Технологічний процес отримання біогазу з полігону твердих побутових відходів (ТППВ), шляхом очистки звалищних газів від домішок уявляє собою складну систему, яка повинна чітко та надійно працювати. Система складається з шістьох блоків (рис. 3), які пов'язані між собою [5].

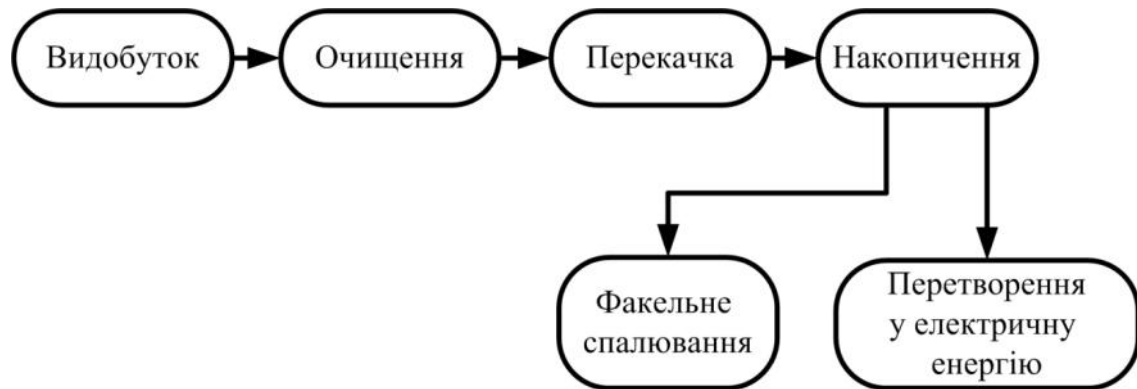


Рис. 3. Схема отримання біогазу з полігонів ТПВ

Процес отримання біогазу з полігонів ТПВ приведений на рис. 4. При зберіганні відходів у тілі полігону ТПВ без доступу повітря, проходить процес розкладання біомаси, у разі чого утворюється суміш газів: 50...60% метану, 35...50% вуглекислого газу, до 1% інших газів. Звалищний газ являється високоякісним паливом, його мінімальна теплота згорання 13...24 МДж/м³. Викид у повітря 1м³ звалищного газу за своїми згубними наслідками для зміни клімату еквівалентна викиду у атмосферу приблизно 12 м³ вуглекислого газу, а викид 1 тони метану еквівалентний 21 тоні вуглекислого газу [6].

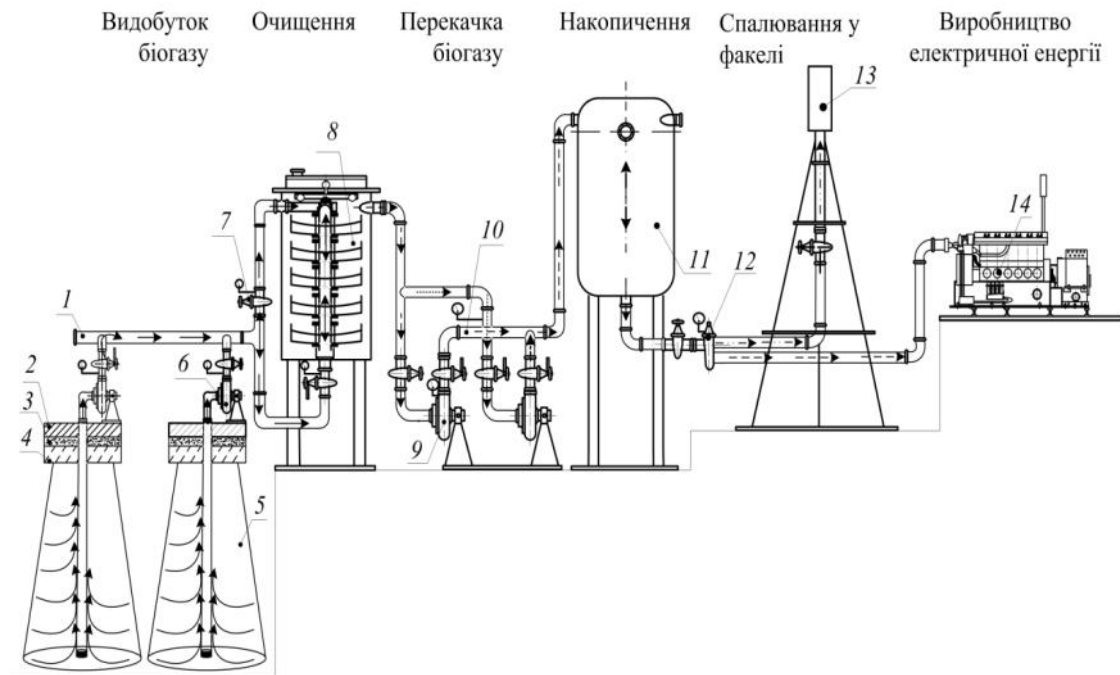


Рис.4. Процес отримання біогазу: 1 – магістральний газогін; 2 – прошарок бетону; 3 – прошарок гравію; 4 – прошарок глини; 5 – технологічна свердловина; 6 – засувка технологічна; 7 – водокільцевий вакуумний насос; 8 – система очищення біогазу; 9 – вакуумний насос системи перекачки біогазу; 10 – газогін; 11 – резервуар накопичення газу; 12 – датчик тиску; 13 – технологічний факел; 14 – газогенератор.

На першому етапі на полігоні утворюють технологічні свердловини (5), у загальному випадку глибиною до 20 м. і діаметром до 400 мм, на які встановлюють вакуумні насоси (7) та за допомогою арматури (10) їх приєднують до єдиної мережі. Даний газ має ряд домішок, які не дають змогу використовувати його як паливо для газогенераторів, тому його слід попередньо очистити.

На другому етапі відбувається очистка газу від сірководню та домішок за допомогою сорбенту (8). Після чого вже очищений та придатний до використання як паливо біогаз потрапляє на третій етап.

Третій етап призначений для перекачки газу (9). Даний етап дає змогу систематизувати газ до певного тиску та нормалізувати його подачу безпосередньо до системи накопичення, яка представлена у вигляді резервуарів. Підготовлений до використання біогаз подається під тиском та у відповідній кількості до газогенератора (14), який перетворює газ на електричну енергію та віддає її до мережі. У разі виникнення надзвичайних ситуацій чи виведення газогенератора у плановий ремонт, газ спалюється у факелі (13), тим самим забезпечується плановий видобуток та зменшується негативний вплив полігону на навколишнє середовище [7]. Період самоокупності проекту виробництва біогазу з полігону твердих побутових відходів може становити у

випадку продажу електричної енергії за «Зеленим тарифом» на протязі близько 2 років. Умовою ефективності виробництва біогазу є робота технологічного обладнання не менш ніж 8000 год. у рік [4].

Даний технологічний процес характеризується наступними перевагами:

- зменшення негативного впливу полігону на навколишнє середовище;
- виконання умов «Кіотського протоколу», щодо зменшення викиду парникових газів у атмосферу;
- підвищення енергетичної незалежності регіону;
- отримання якісного біопалива;
- отримання додаткових коштів від продажу електричної енергії та квот на викиди парникових газів, які направляються на підвищення екологічного стану регіону.

Основним недоліком процесу є достатньо висока вартість початкових капітальних вкладень, у порівнянні з іншими варіантами отримання біогазу [8].

Одним з джерел біогазу є стоки підприємств з переробки сільськогосподарської продукції. При анаеробно-аеробному зброджуванні, проходить процес розкладання біомаси, у разі чого утворюється суміш газів. Дана суміш є високоякісним паливом, її мінімальна теплота згорання складає 13 – 24 МДж/м³.

Процес виробництва біогазу складається з чотирьох основних етапів, які наведені на рис. 5. На першому етапі виконується механічне очищення стоків, на другому – фізико-хімічний аналіз, третій етап – безпосередньо біологічне зброджування. На заключному четвертому етапі відбувається дезінфекція та очищення від мулу.

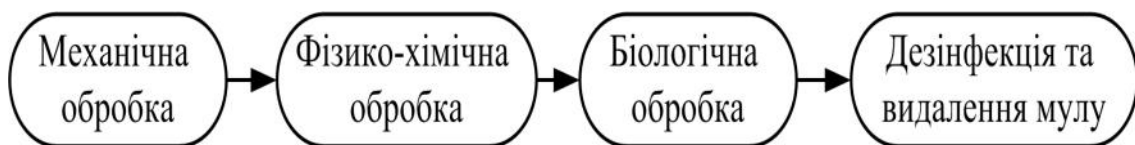


Рис. 5. Етапи очищення стоків

Особливий гідродинамічний режим та склад стоків забезпечує очищення до 60...75 % маси органічного забруднення, питома потужність метан-реактора сягає 4,5...5 кг ХПК/м³ за добу [8].

З екологічної точки зору, у межах підприємства рекомендується використовувати мезофільний режим бродіння. У метан-реакторі утворюються спеціальні умови за температурним показником плюс 25...28 °С, підвищується вологість до рівня 5% – сухої речовини, контролюється рівень рН, оптимальний рівень співвідношення вуглецю

та азоту становить $C/N = 10 \dots 16$. Після очистки біогаз спалюється відповідно до проектного варіанту.

Загальні переваги від впровадження біогазової установки:

- висока якість очищення стоків;
- експлуатаційна безпека завдяки використанню надійної технології;
- достатній рівень автоматизації;
- великий вихід біогазу для опалення;
- невеликий об'єм утворення активного мулу.

Перспективним напрямком для підприємств, які спеціалізовані з вирощування ВРХ та свиней та птиці є отримання газоподібного біопалива шляхом анаеробного зброджування у біореакторах з отриманням високоякісних біологічних добрив.

Найбільш доцільним, за нашою думкою, для фермерських господарств є проектування персональних біогазових установок (БГУ) середньої та великої потужності (робочим об'ємом $50 \dots 500 \text{ м}^3$) [9]. Така концепція, по-перше, надає можливість частково або повністю використовувати органічні відходи господарства і тим самим зменшувати шкідливі викиди у навколишнє середовище парникових газів; по-друге, біогаз, який утворюється, дає можливість замінити використання природного газу; по-третє, у результаті протікання реакції є можливість отримувати високоякісне біологічне добриво.

На рис. 6 наведений приклад комплексного використання БГУ для фермерського господарства з вирощування ВРХ.

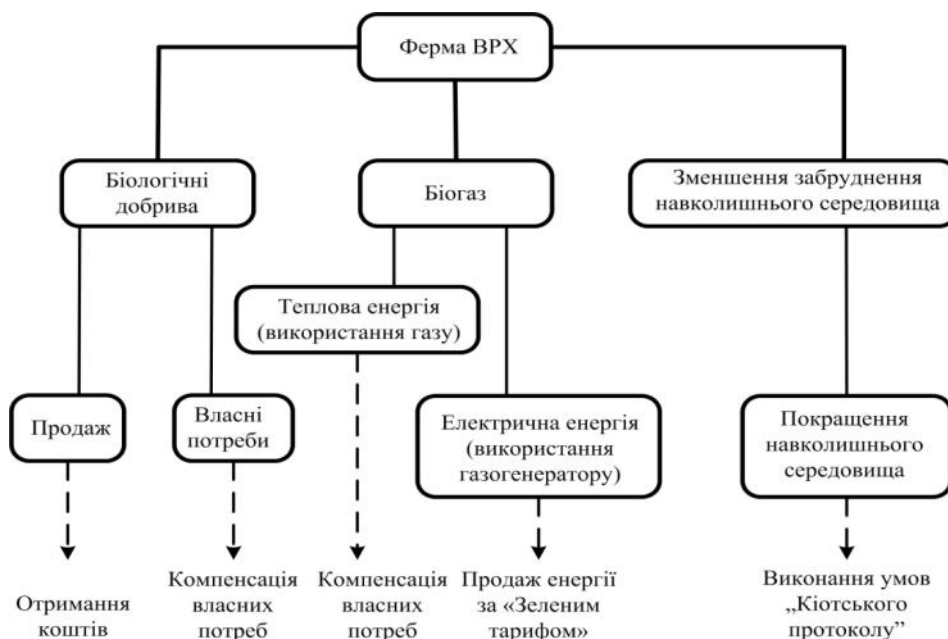


Рис.6. Комплексне використання біогазової установки

Основні етапи утворення біогазу приведені на рис. 7. Після утворення біогазу утворюється маса, яка містить велику кількість органічних речовин та повинна використовуватись як добриво.

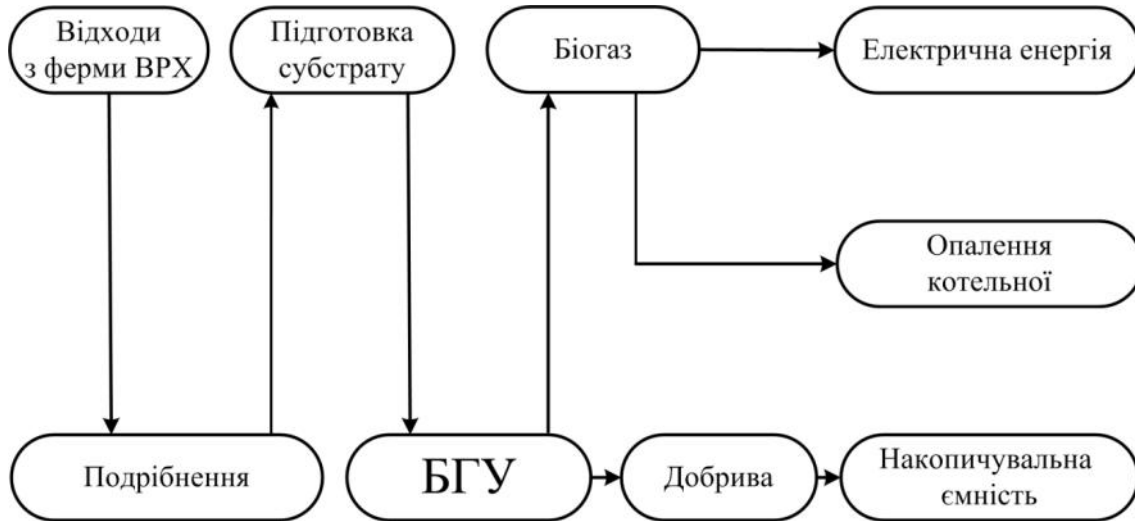


Рис. 7. Етапи утилізації відходів з комплексу ВРХ

Відходи ВРХ після збору поступають на етап подрібнення, після чого вони перекачуються до ванни підготовки субстрату. На даному етапі контролюють декілька параметрів – якість субстрату та кислотно-лужний баланс. Підготовлена біомаса перекачується до БГУ, у якій під дією температури (нагріву) починає відбуватись процес утворення біогазу. Біогаз потрапляє до газгольдеру, частково очищаються та може бути використаний як паливо (крупні БГУ) – для газогенераторів, середні – опалення, підігрів води на технологічні потреби.

Після закінчення виходу біогазу отримується добрива, які перекачують до накопичувальної ємності та використовують для рослинництва. Головною особливістю процесу є те, що стоки, без певної обробки не можуть бути використані як добриво для внесення на поля, та повинні зберігатись у спеціальних ємностях.

Метанове зброджування рідких гнойових стоків відбувається у біогазових установках, в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів, а також рослинних решток одержують біогаз метан і органічне добриво [10].

Основні переваги даних процесів:

- отримання біологічно чистого палива;
- зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- підвищення енергетичної безпеки підприємства;
- повна утилізація відходів тваринництва;
- отримується повністю замінне паливо (аналог бензину, електроенергії тощо).

До недоліків слід віднести те, що процес з хімічно-біологічної точки зору дуже складний та не повинен коливатись та зупинятись, особливо слід віддати увагу температурним режимам роботи.

Висновки.

1. В умовах гострого дефіциту енергоносіїв, сталих потреб у паливних ресурсах виробництво біогазу є одним із шляхів подолання енергетичних проблем та достатнього енергетичного забезпечення агропромислових підприємств.

2. Впровадження біогазових технологій дозволить отримати суміш газів: 50...60% метану, 35...50% вуглекислого газу, до 1% інших газів. Звалищний газ являється високоякісним паливом, його мінімальна теплота згорання складає 13...24 МДж/м³.

3. Продукти, що отримані в процесі біоенергоконверсії, дозволять знизити рівень забруднення навколишнього середовища, оскільки викид у повітря 1м³ звалищного газу за своїми негативними наслідками для зміни клімату еквівалентний викиду у атмосферу приблизно 12 м³ вуглекислого газу, а викид 1 тони метану еквівалентний 21 тоні вуглекислого газу.

Література:

1. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуша, [та інш.] . – К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.

2. Куценко Ю. М. Аналіз основних чинників анаеробного метанового збродження для отримання біогазу / Ю. М. Куценко, В. М. Коломицев // Праці ТДАТУ. – Мелітополь : ТДАТУ, 2011. – Вип. 11, т.3. – С.49–56.

3. Гелетуша Г. Г. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні:Наук. вісн./ Г. Г. Гелетуша, Т. А Железіна, Ю. Б. Матвеев. –К.: Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2004. – Ч.1. – 138с.

4. Кюрчев В. М. Альтернативне паливо для енергетики АПК : посібн. / В.М. Кюрчев, В.А. Дідур. Л.І. Грачова ; за ред. В.А. Дідура. – К.: Аграрна освіта, 2012. – 416 с.

5. Біогазові установки в Україні та Російській Федерації[Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/27700.html>

6. Химический состав биогаза. [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.XuMuK.ru.

7. Некрасов В. Г. Твердые бытовые отходы и проблема их утилизации / В. Г. Некрасов, А. И. Горзыб // Промышленная энергетика.- 1992.-№2.-С. 46 – 48.

8. Гелетуша Г.Г. Обзор технологии добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспек-

тивы их развития в Украине : Учеб. пос./ Г. Г. Гелетука, З.А. Маценюк. – К.: Институт теплофизики НАН Украины, 1999. – 180 с.

9. Патент на корисну модель 58740 Україна, МПК СО2F 3/28 (2011.01). Біогазова установка для переробки органічних відходів/ В.М. Коломицев, Ю.М. Куценко, О.А.Потішний. – Заявл. 20.09.2010; Опубл. 26.04.2011. – Бюл. №8, 2011 р.

10. Щербина О.М. Енергія для всіх: технічний довідник / О. М. Щербина. – Ужгород: Видавництво Валерія Подяка, 2007. – 340 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА

Куценко Ю.Н.

Аннотация—проведен анализ основных источников биомассы для производства биогаза, рассмотрены процессы получения биогаза для различных предприятий агропромышленного комплекса.

TECHNOLOGICAL ASPECTS AND TECHNICAL MEANS OF THE BIOGAS PRODUCTION

Y. Kutsenko

Summary

The analysis of main sources of biomass for biogas production, processes of the production of biogas for various agricultural enterprises are considered in a paper.