

ВИРОБНИЦТВО ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ ІЗ ВІДХОДІВ АКТИВНОГО МУЛУ**М. І. Сергієнко, М. В. Бондаренко**

Національний технічний університет України "КПІ"

вул. Борщагівська, 115/3, м. Київ-56, 03056, Україна. E-mail: ux0un@ukr.net

Одною з головних проблем сьогодення в Україні є додаткове забезпечення промисловості та побутового сектору альтернативними паливно-енергетичними ресурсами. Одним із перспективних видів альтернативних палив є виробництво паливних брикетів з активного мулу станцій аерації, запаси якого сягають мільйони тонн по всій Україні, що є достатньою умовою для промислового виготовлення брикетів. Проведено дослідження та встановлено умови утворення і можливість використання активного мулу як сировини на станціях аерації України, обґрунтована технологія виробництва паливних брикетів, розглянуті їх основні паливно-енергетичні характеристики та придатність паливних брикетів для промислово-побутового використання. Отримані результати вказують на можливість промислового виробництва паливних брикетів з відходів активного мулу.

Ключові слова: альтернативні паливні ресурси, станція аерації, активний мул, паливні брикети, технологія виготовлення, теплоенергетичні характеристики брикетів.

ПРОИЗВОДСТВО ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ОТХОДОВ АКТИВНОГО ИЛА**Н. И. Сергиенко, М. В. Бондаренко**

Национальный технический университет Украины "КПИ"

ул. Борщаговская, 115/3, г. Киев-56, 03056, Украина. E-mail: ux0un@ukr.net

Одной из главных проблем на сегодняшний день в Украине есть дополнительное обеспечение промышленно-бытового сектора альтернативными топливно-энергетическими ресурсами. Одним из перспективных видов альтернативного топлива является производство топливных брикетов из активного ила станций аэрации, запасы которого составляют миллионы тонн по всей Украине, что является достаточным условием для промышленного изготовления брикетов на Украине. Проведены исследования и установлены условия образования и возможность использования активного ила на станциях аэрации Украины, обоснована технология производства брикетов, рассмотрены их основные топливно-энергетические характеристики и пригодность топливных брикетов для промышленно-бытового использования. Полученные результаты указывают на возможность промышленного производства топливных брикетов из отходов активного ила.

Ключевые слова: альтернативные топливные ресурсы, станция аэрации, активный ил, топливные брикеты, технология изготовления, характеристика брикетов.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. В результаті паливно-енергетичної кризи яка склалася в промислово-побутовому секторі України в останній час, виникає потреба негайного розв'язання цієї проблеми, за рахунок альтернативних джерел енергії таких як: видобуток сланцевого газу та паливних сланців, бурого вугілля, торфу, біогазу та паливних брикетів з різноманітних відходів виробництва.

Особливу увагу привертає до себе перспективний напрямок – виготовлення паливних брикетів з висококалорійного активного мулу станцій аерації України. Відходи активного мулу на мулових майданчиках України надзвичайно великі, і являються значним джерелом цієї енергетичної сировини. Причому, промислова реалізація цієї задачі одночасно вирішує дві складні проблеми сьогодення – отримання альтернативного палива і зменшення значного техногенного навантаження мулових майданчиків на довкілля [1].

Відпрацьований активний мул складається під відкритим небом на значних площах спеціальних мулових майданчиків, що призводить до забруднення навколишнього природного середовища, ґрунтів і підземних вод.

Вирішення поставлених у роботі задач, наведено на прикладі Бортницької станції аерації (БСА) м. Києва. Подібні станції аерації є в усіх обласних центрах, великих містах із середньою чисельністю населення України. Станції аерації, і в першу чергу мулові майданчики, займають надзвичайно великі площі і

об'єми складування активного мулу. Це і є базовим обґрунтування виробництва паливних брикетів з активного мулу.

Бортницька станція аерації очищення стічних вод є еколого-стратегічним об'єктом зі значним впливом на довкілля, враховуючи, що очищені води скидаються безпосередньо в головну водну артерію р. Дніпро. БСА відіграє важливу роль в життєзабезпеченні м. Києва тому, що кожного дня, залежно від пори року, станція проводить очистку від 1,1 до 1,8 млн. м³ стічних вод міста. Причому, в найближчій перспективі їх об'єми будуть різко зростати, враховуючи бурхливий розвиток населення та інфраструктури міста. На мулових полях замість проектних 3 млн кубометрів сьогодні знаходиться 9–12 млн. кубометрів мулу. До того ж, площі земель для зневоднення та сушіння активного мулу комплексу БСА потребують постійного відновлення та складають 272 га [2, 3].

Метою роботи є обґрунтування можливості виготовлення паливних брикетів з активного мулу та ефективності їх використання.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Проведений аналіз способів утилізації активного мулу показує, що одним з ефективних і оптимальних напрямків є виготовлення паливних брикетів, які можуть використовуватись як ефективне альтернативне та екологічно чисте паливо в умовах енергетичної кризи на Україні (табл. 1).

Таблиця 1 – Сучасні пособи утилізації та переробки активного мулу

Показники	Одиниці виміру	Способи утилізації активного мулу			
		Видобуток біогазу	Виготовлення добрив	Будівельні матеріали	Виготовлення паливних брикетів
Продуктивність	м ³ /добу	5	5	10	11,2
Вид продукції	вид	газ метан	добрива	Наповнювач біоцемент	брикети
Площа активного мулу на мул. полі	га	272	272	272	272
Негативний вплив на довкілля		+	-	-	-
Економічна ефективність		+	+	+	+
Собівартість утилізації	грн/т	1000	1700	750	100
Капітальні затрати на 1000 т продукції	грн	1 200 000	50 000	1 110 000	1 635 100
Кількість обслуг. персоналу	осіб	4	4	4	3

У технологічному процесі біологічної очистки стічних вод утворюється велика кількість активного мулу. Частина відпрацьованого мулу повертається до повторного технологічного процесу очищення, а ще більша частина мулу складається на мулових полях [1].

Склад активного мулу МІ перш за все залежить від складу і об'єму стічних вод (D_n). Кількість мікрофлори активного мулу – це і є біомаса, яку поїдають бактерії, що сприяє омолодженню популяції і приросту активного мулу (рис. 1).

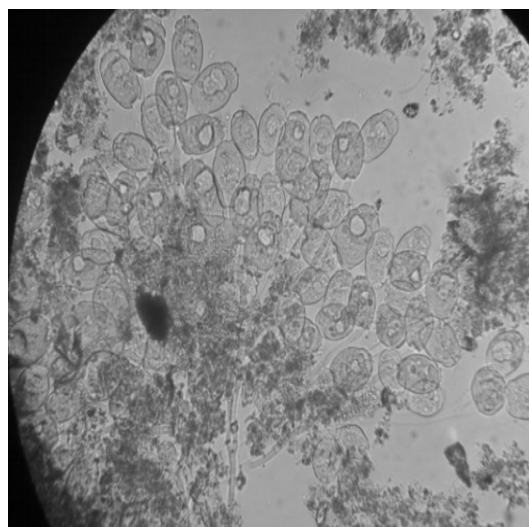


Рисунок 1 – Видовий склад

Одним з показників якості та об'ємів утворення активного мулу є муловий індекс МІ. Під цим терміном розуміють обсяг (1мл) активного мулу після відстоювання протягом 30 хв, віднесений до 1 г сухої речовини (рис. 2).

Кількість надлишкового активного мулу, визначається за формулою:

$$U = \frac{(X_{н.в.} - A - X_{о.в.} + B)}{K_n}$$

де U – кількість надлишкового мулу, мг/л; $X_{н.в.}$ – хімічне споживання кисню неочищеної води; $X_{о.в.}$ – хімічне споживання кисню очищеної води; A – повне біологічне споживання кисню неочищеної води; B – повне біологічне споживання кисню очищеної води; K_n – хімічне споживання кисню активного мулу, мг/л.

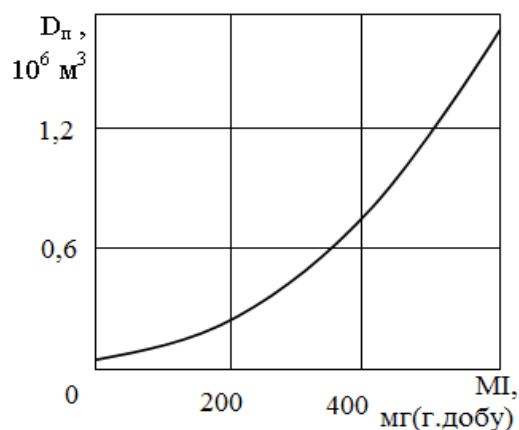


Рисунок 2 – Залежність мулового індексу активного мулу МІ від добового завантаження (D_n)

Для умов Бортницької станції аерації обґрунтована та рекомендована схема переробки активного мулу і технологічна лінія для виготовлення паливних брикетів з активного мулу [4,5]. Основними технологічними етапами виробництва паливних брикетів є :

- подрібнення та підготовка відходів в необхідну для брикетування фракцію;
- зменшення рівня вологості сировини до мінімального значення – 12°С ;
- пресування висушеного матеріалу при температурі 10°С до 40°С;
- виготовлення і нарізка паливних брикетів.

На рис. 3 показані основні технологічні етапи виробництва.

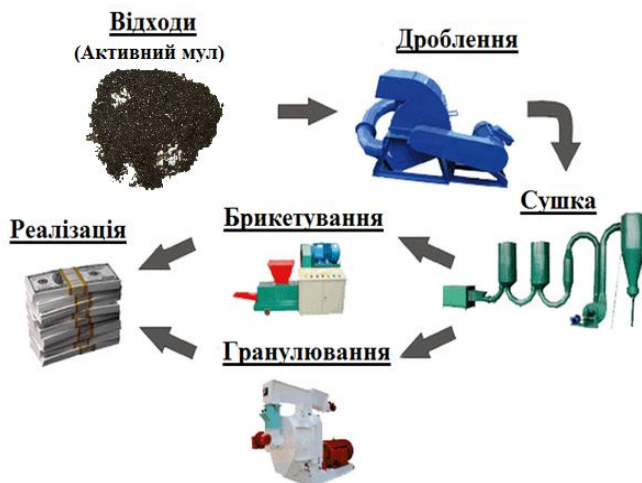


Рисунок 3 – Схема утилізації активного мулу для виготовлення паливних брикетів

Технологічна лінія виробництва паливних брикетів наведена на рис. 4:

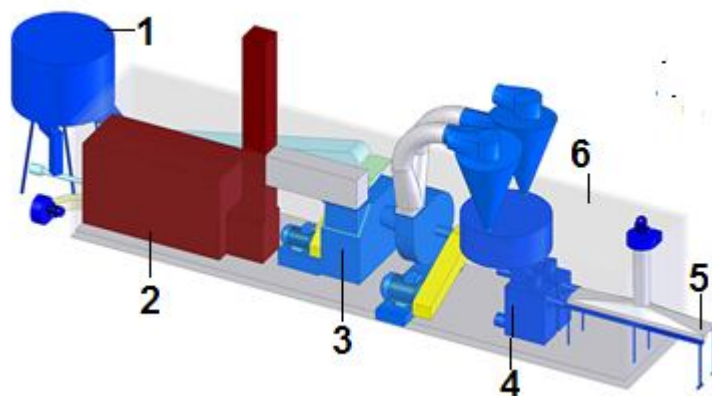


Рисунок 4 – Технологічна лінія для виробництва паливних брикетів: 1 – бункер подачі сировини; 2 – диспергатор; 3 – теплогенератор; 4 – брикетувальний пристрій; 5 – транспортер продукції; 6 – корпус технологічної лінії

Розрізняють три основних типів брикетів:

- циліндричні брикети (пелети) які виготовляються при тиску 400-600 бар;
- RUF- брикети, які виготовляють при тиску 300–400 бар;

- Піні-Кей брикети з радіальним отвором виготовляються на гідравлічних пресах при тиску 1000–1100 бар і термічній обробці.

Загальний вигляд паливних брикетів наведено на рис. 5, а їх технічно-енергетичні параметри наведені в табл. 2.



а



б



в

Рисунок 5 – Види паливних брикетів:

а – циліндричні брикети (пелети); б – RUF брикети; в – Піні-Кей брикети

Таблиця 1 – Техніко-теплотворні параметри брикетного палива

Параметр	Значення, параметри
Щільність брикетів, т/м ³	1,0–1,2
Теплотворність, ккал/кг	4600–4900
Зольність брикетів, %	0,5–1,5

Основним фактором, який впливає на теплоту згорання і якість паливних брикетів, є вологість (W) сировини (рис. 6).

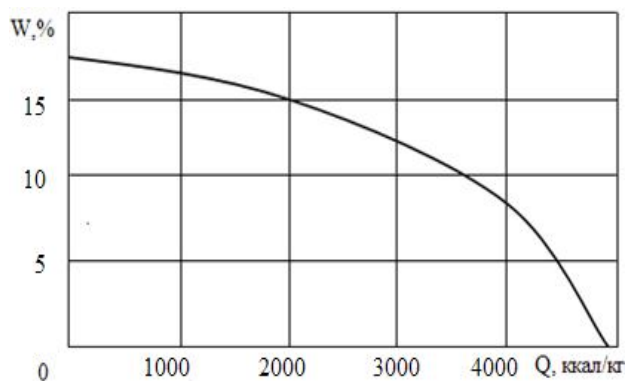


Рисунок 6 – Графік залежності теплоти згорання (Q) від вологості (W) відходів активного мулу

На рис. 7 і 8 наведені основні характеристики різних видів палива – теплотворної здатності і зольності. Паливні брикети виготовлені з активного мулу мають високі теплоенергетичні характеристики порівняно з іншими паливними брикетами [5].

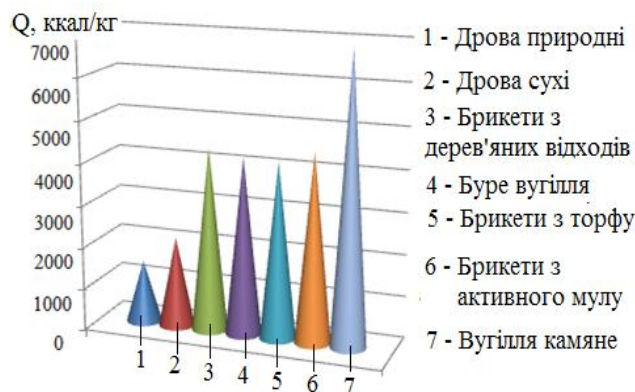


Рисунок 7 – Теплотворна здатність (Q) різних видів палива

Паливні брикети які виготовляються з активного мулу використовуються як джерело альтернативної енергії. При цьому вирішуються дві головні проблеми – зменшенню площі дорогіших земель, які виділяються під мулові поля, і забезпечення енергією власних потреб.

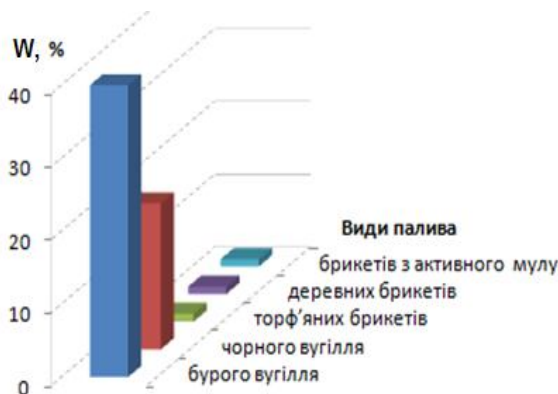


Рисунок 8 – Зольність (W) різних видів брикетного палива

Тривалість горіння брикетів з активного мулу в середньому в 2–3 рази більше, ніж у звичайних дров, також вони забезпечують сталість температури при згорянні. Це означає, що порівняно зі звичайними дровами, закладку у піч можна проводити в 2–3 рази рідше. Брикети легше подавати в топкову камеру порівняно з дровами і вугіллям. Вони добре розпалюються, горять довго і рівномірно, не дають іскор. Низька зольність, порівняно з іншими видами альтернативного палива, зменшує шкідливі викиди в атмосферу і забруднення довкілля [4, 5].

Потужність топкового котла при використанні брикетів з активного мулу підвищується до 50 % в порівнянні зі звичайними дровами. Виділення сірки при горінні брикетів з активного мулу < 0,08 %, що дозволяє в 3–4 рази рідше чистити димохід, ніж при використанні дров чи вугілля. Брикети мають щільність в середньому в 2,5 рази вище дров, завдяки чому займають менше місця. Це зручний і чистий продукт для складування і транспортування. Для виготовлення 1 т паливних брикетів необхідно 6,9 т активного мулу [4,5].

На технологічних процесах меліорації та рекультивациі мулових майданчиків, завантажувально-розвантажувальних та транспортних роботах, знайшли широке застосування гірничотранспортні машини, такі як екскаватори, навантажувачі, грейфери, автомобільний і конвеєрний транспорт.

ВИСНОВКИ. У роботі розглянуті актуальні питання можливості виготовлення паливних брикетів із відходів активного мулу на прикладі експлуатації Бортницької станції очистки стічних вод м. Києва.

Отримані результати досліджень із визначення запасів відходів активного мулу, розміщених у кожній області України на станціях аерації, теплотворної здатності паливних брикетів, зольності, технологічності і компактності виготовлення, підтверджують необхідність виробництва вискоєфективного альтернативного палива у вигляді паливних брикетів з відходів активного мулу, які за своїми теплоенергетичними характеристиками не поступаються іншим видам палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вилсон Д. Утилизация твердых отходов. Т. 1 / Пер. с англ. – М.: Стройиздат, 2005. – 336 с.
2. Лебедев М.М., Сергієнко М.І. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник. – К.: Логос, 2014. – 252 с.

3. Лебедев Н.Е., Есипенко А.Д. Обращение с отходами. Санитарная очистка населенных пунктов. – Х.: ГРИФ, 2010. – 354 с.
4. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса. / А.В. Гриценко, Н.П. Горох и др. – Х.: ХНАДУ, 2005. – 340 с.
5. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. – М.: МГУЛ, 2006. – 167 с.

PRODUCTION OF FUEL PELLETS FROM WASTE ACTIVATED SLUDGE

M. Sergienko, M. Bondarenko

National Technical University of Ukraine "KPI"

вул. Бorschahivska, 115/3, Kyiv-56, 03056, Ukraine. E-mail: ux0un@ukr.net

One of the main problems today in Ukraine is additional supplying of industry and the domestic sector by an alternative fuel and energy resources. One of the promising alternative fuels is the production of fuel briquettes from the activated sludge of aeration stations, which reserves are about millions of tons in Ukraine that is a sufficient condition for the industrial production of briquettes in Ukraine. It is studied and established the conditions for the formation and usage of the activated sludge in the aeration stations in Ukraine, the technology of briquette production is justified. It is considered their main heat-energy characteristics and suitability of fuel briquettes for industrial and domestic use. The results indicate the possibility of industrial production of fuel briquettes from waste activated sludge.

Key words: alternative fuel resources, the aeration station, activated sludge, fuel briquettes, production technology, heat-energy characteristics of briquettes.

REFERENCES

1. Wilson, D. (2005), *Utilizatsiya tverdyih othodov* [Disposal of solid waste], vol. 1, Stroyizdat, Moscow, Ukraine.
2. Lebedev, N.N., Sergienko, N.I. (2014), *Poligoni tverdih pobutovih vidhodiv: navchalnyy posibnik* [Ranges of solid waste of household: Textbook], Logos, Kyiv, Ukraine.
3. Lebedev, N.N., Esypenko, A.D. (2010), *Obra-schenie s othodami. Sanitarnaya ochistka naseleennyih punktov* [Waste Handling. Sanitation of localities], GRIF, Kharkiv, Ukraine.

4. Gritsenko, F.V., Gorokh, N.P., (2005), *Tehnologicheskie osnovyi promyishlennoy pererabotki othodov megapolisa* [Technological bases of metropolis industrial waste], HNADU, Kharkiv, Ukraine.
5. Gomonay, M.V. *Production of fuel briquettes* (2006), [Production of fuel briquettes], MSFU, Moscow, Russia.

Стаття надійшла 26.01.2015.