

БУДІВНИЦТВО

УДК 663.52.002.68:693.542/.548

**ЗАСТОСУВАННЯ РІДКИХ ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК
КОМПЛЕКСНУ ДОБАВКУ У БЕТОННУ СУМІШ**

Б. В. Войтюк

студент 3 курсу, група ТБК-31, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Науковий керівник – к.х.н., доцент Н. М. Буденкова

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У роботі представлено результати досліджень розробки технології переробки рідких відходів післяспиртового виробництва – мелясної барди. Відповідно до результатів досліджень, розроблено та запропоновано технологічну схему переробки мелясної барди, яка передбачає використання утвореного осаду як органічного добрива для кислих ґрунтів або використання як комплексних добавок в бетонну суміш.

Для запропонованої технології на кожному етапі технологічних процесів обґрунтовано оптимальні параметри (значення рН, Eh, співвідношення реагентів).

Ключові слова: коагуляція, окиснення, барда, пластифікатор, органічні добрива, утилізація, біологічне доочищення.

В работе представлены результаты исследований разработки технологии переработки жидких отходов послеспиртового производства – мелассной барды. Согласно результатам исследований, разработана и предложена технологическая схема переработки мелассной барды, которая предусматривают использование образованного осадка в качестве органического удобрения для кислых почв или использования в качестве комплексных добавок в бетонную смесь. Для предлагаемой технологии на каждом этапе технологических процессов обоснованы оптимальные параметры (значение рН, Eh, соотношение реагентов).

Ключевые слова: коагуляция, окисление, барда, пластификатор, органические удобрения, утилизация, биологическое доочистение.

The paper presents the results of research on the development of a technology for processing liquid waste of post-alcohol production – molasses stillage. According to the research results, a technological scheme for processing molasses stillage was developed and proposed, which provides for the use of the formed sediment as an organic fertilizer for acidic soils or use as complex additives in a concrete mixture. Optimal parameters (pH value, Eh, ratio of reagents) are justified for the proposed technology at each stage of technological processes.

Keywords: coagulation, oxidation, bards, plasticizer, feed and organic fertilizers, recycling, biological purification.

Основним відходом спиртового виробництва, який в багато разів перевищує вихід цільового продукту, є мелясна барда, кормова цінність якої складає – 25–30% від кормової цінності того зерна, що застосовується для виробництва етанолу. Натуральна барда не придатна для зберігання з причини її скорого закисання, а також значних витрат на транспортування її до місць споживання. Утилізація барди, особливо в літній період, є

серйозною екологічною і економічною проблемою, тому актуальною є задача розробки технологій переробки та утилізації відходів спиртового виробництв, з можливим використанням утворених, в результаті переробки, осадів як цінних агродобавок чи будівельних добавок.

Свіжа зернова барда представляє собою водну суспензію з невеликою кількістю розчинених і зважених сухих речовин: в ній міститься 6–8% сухих речовин, з яких 3–4% складають розчинені речовини, а решта – нерозчинна завесь.

В світовій практиці застосовується, як правило, технологія упарювання барди на випарних станціях. Однак вартість випарних станцій і відповідно всього обладнання для утилізації, досить висока (більше 3 млн Євро). Процес випарування потребує значних енергетичних витрат, а також не повністю вирішує екологічні проблеми. Все це негативно відображається на собівартості готового продукту – сухої барди [1].

Зниження собівартості можна досягнути заміною випарювання, технологією аеробної мікробіологічної переробки барди з одержанням концентрованих кормових дріжджів. Кормові дріжджі – це високоефективна білкова добавка до кормів з вмістом білка 45–46%. Але діючі підприємства, що застосовують дану технологію, мають проблему неефективного обладнання, яке потребує значних енергетичних витрат.

Найбільш відома технологія переробки барди на біогаз заснована на анаеробному бродинні, при якій барда подається в спеціальні ємкості разом з анаеробними бактеріями, які переробляють поживні речовини барди на біогаз. Біогаз може утилізуватися в котельнях, а утворений осад – як добриво.

Перевагою цього методу переробки є відносно низькі експлуатаційні витрати. Однак, недоліком є необхідність використання метантенків великих об'ємів, що потребує значних земельних ділянок, тому що процес переробки барди анаеробними бактеріями дуже повільний. Другим недоліком методу є довгий період виходу на режим – до 6 місяців, тому схеми з одержанням біогазу в метантенках не знайшли широкого застосування.

Традиційна технологія переробки післяспиртової барди, а також більшості стічних вод (СВ) включає стадію коагуляції зважених речовин за допомогою поширених коагулянтів – розчинів солей Al^{3+} , Fe^{3+} або їх сумішей [2]. Відомо, що хімічне коагулювання знижує ХСК на 70–80%, але це тільки одна із стадій комплексної переробки відходів спиртового виробництва.

Таким чином, основною проблемою для підприємств, що планують будівництво ліній з переробки барди, є вибір оптимального технологічного процесу.

Мета досліджень полягає у розробці технології переробки рідких відходів післяспиртового виробництва з можливістю використання утвореного в результаті оброблення осаду як цінного добрива та комплексних добавок в бетон.

Для дослідження використовувалась післяспиртова барда, що має склад: ХСК – 62 000 мг O_2 /л, БСК (біохімічне споживання кисню) 35 796 мг O_2 /л, рН 5,5–7, Eh 50 мВ, Cl^- – 744 мг/л, завислі речовини – 3600 мг/л, Ca^{2+} – 1400 мг/л, SO_4^{2-} – 1600 мг/л. Для дослідження окисно-відновних параметрів застосовано потенціометричний метод аналізу. Для визначення значень ХСК та БСК, хлоридів, кальцію, сульфатів досліджуваних розчинів застосовувались титриметричні методи аналізу.

Результати дослідження. На першому етапі проведено серії дослідів з «пробного» коагулювання. Дослідження показали, що обробка досліджуваного розчину розчином коагулянту $FeCl_3$ (100–500 мг/л) в інтервалі значень рН 5,5–10, а також розчином коагулянту $Al_2(SO_4)_3$ в інтервалі значень рН 5,5–7 з подальшим додаванням флокулянту, не забезпечує очищення. Таким чином, стічні води меласної барди при даних концентраціях забруднень не рекомендуються для очищення коагуляцією.

В подальших дослідженнях для зниження концентрації розчинених забруднень застосовували метод хімічного окиснення із застосуванням реагентів з вмістом «активного

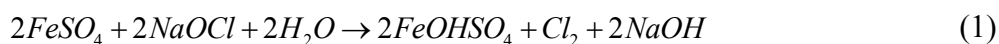
Хлору». Так, обробка досліджуваного розчину реагентом-окисником (з витратою до 50 мг/л активного Хлору) з подальшою обробкою коагулянтном – розчином $FeCl_3$ (з витратою до 300 мг/л) при значенні рН 10 (залишковий хлор складає 8 мг/л), дозволяє знизити значення ХСК до 42 г/л. Однак, ефект очищення за даною методикою не забезпечує відповідних параметрів оброблюваного розчину для подальшого ефективного очищення біологічними методами.

Далі у роботі проведено ряд досліджень комплексної переробки рідких відходів спиртового виробництва. Відповідно до їх результатів запропоновано технологію переробки.

В основу комплексної технології переробки рідких відходів спиртового виробництва покладено наступні етапи: попередня підготовка розчину методом центрифугування, для укрупнення і відділення основного колоїду від суміші та фільтрування; вилучення масел та інших органічних сполук шляхом утворення колоїду органічно-сульфатних комплексів феруму (III) та їх співоасдження сульфатом кальцію при значенні рН 7,2; вилучення залишкових концентрацій органічних сполук феруму II та III додаванням гашеного вапна до значення рН 8,9–9,5; біологічне очищення.

Фізико-хімічна особливість процесу очищення запропонованої комплексної технології полягає у використанні в якості коагулянту та окислювача спецрегенту, який попередньо готується у розрахунку на 50 л води 5,5 кг $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ та 3,5 кг $NaClO$.

Активний хлор, що утворюється за реакцією



окислює органічні речовини барди.

Структурно-аналітична схема описаної комплексної технології представлена на рисунку та функціонує наступним чином.

На першому етапі барду направляють на центрифугування для укрупнення і відділення основної зависі. Після фільтрування одержуємо вологий осад (28% від об'єму), який можна направляти на корм тваринам чи застосовувати як органічне добриво. На другому етапі вилучаються органічні речовини. Для цього на 1 м³ барди додавався попередньо одержаний спецрегент [3]. Після перемішування протягом 20-ти хвилин додається 6 кг вапняного молока до значення рН 7,2, при цьому співоасджуються сульфатно-органічні комплекси Fe^{3+} . Після відстоювання і фільтрування осад (8% за об'ємом), що містить кальцію сульфат, можна утилізувати як органічне добриво, особливо на кислі ґрунти.

На третьому етапі до фільтрату додається вапно до значення рН 8,9–9,5 до повного осадження ферум (III) гідроксиду, далі розчин барботується повітрям до зниження рН до 8 за рахунок утворення гідрогенкарбонатів, після чого прозорий розчин йде на біологічне доочищення. Перевагою даного методу очищення є можливість використання осаду як органічного добрива особливо на кислі ґрунти. Зменшення собівартості очищення спиртової барди порівняно з традиційною технологією на 40%. Можливість доочищення біологічними методами. Додавання для інтенсифікації силікату натрію різко посилює флокулюючий ефект. Флокулюючий ефект пояснюють [4] тим, що натрій силікат впливає на компактність і міцність вторинних коагуляційних структур за рахунок виникнення розгалуження силіційоксигенових зв'язків.

Бентоніт, який застосовують для коагуляції, забезпечує здатність частинок зависі до флотації. Видалення зависі флотацією обумовлює менший вміст води в осаді та додаткове вилучення нерозчинних та розчинних органічних речовин.

Оскільки коагулююча дія бентоніту не пов'язана з утворенням стійких хімічних зв'язків промивання осаду дозволяє вилучити його, наприклад у формі водної суспензії, яку можна застосовувати знову для коагуляції. В результаті чого зменшується загальна витрата реагенту.



Рисунок. Структурно-аналітична схема комплексної технології переробки рідких відходів спиртового виробництва

Крім запропонованої технології, у роботі також проведено дослідження на предмет можливості використання барди, після попередньої підготовки, як комплексних добавок в бетонну суміш [5]. Відповідно до попередніх досліджень, запропоновано наступні рекомендації стосовно переробки барди, що містить лігносульфонати, з метою використання як комплексної добавки в бетонну суміш.

Добавку одержували перемішуванням 3,7–10, 9 мас. ч. пластифікатора (упареної зернової барди) з 1 мас. ч. формальдегіду. Для зниження рН суміші до значення рН 1 пропонується застосовувати відпрацьовані травильні розчини, які утворюються при травленні сталевих поверхонь розчинами кислот (HCl , H_2SO_4) і мають рН менше 1 [5]. Після перемішування протягом 20–40 хвилин і нейтралізації вапном відділяють осад і витримують одержану добавку 2–3 години при вентиляції для видалення запаху. Добавку змішують з розрахованою кількістю води і дозують у бетонну суміш. Для приготування бетонної суміші застосовували портландцемент М-600, щебінь фракції 5–20 мм, пісок кварцовий Мк – 1,4. При застосуванні одержаної комплексної добавки знижується газонепроникність і зростає водонепроникність бетону.

У статті розглянуто та запропоновано технологічну схему для переробки післяспиртової барди з утворенням органічного добрива для кислих ґрунтів. Експериментально доведені технологічні регламенти кожної стадії наведеної схеми. Також запропоновано спосіб переробки барди, що містить лігносульфонати, на пластифікатор для виробництва водо- та газонепроникного бетону. Така бетонна суміш може знайти застосування при будівництві газгольдерів, резервуарів і блоків електростанцій.

1. Породько П., Осипенко О., Таран В., Породько В. Ефективне використання відходу спиртового виробництва. *Харчова і переробна промисловість*. 2004. № 1. С. 26–31.
2. Бабенков Е. Д. Очистка воды коагулянтами. Москва : Наука, 1977. 356 с.
3. Yatskov M., Korchyk N., Prorok O. Development of technology for recycling the liquid iron-containing wastes of steel surface etching. *Восточноевропейский журнал передових технологій*. 2017. № 2/6 (86). Р. 70–78.
4. Спосіб очищення рідких відходів спиртового виробництва (барди): пат. № 87191; С123/10(2007/1); опубл. 2009 р.
5. Спосіб приготування комплексної добавки для цементнобетонної суміші. Авторское свидетельство № 1146972 от 22.11.84 г. Заявка № 3582722 от 20.04.1983 г.