

А. В. Пасенко, Б. В. Зюман, д. б. н., доц.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕЦ ДЛЯ МЕЛІОРАЦІЇ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ

Обґрунтована можливість створення хімічних меліорантів і комплексних добрив на основі шламу хімводопідготовки ТЕЦ. Встановлено, що за хімічним складом шламу освітлення води ТЕЦ являється ідеальною речовиною для меліорації кислих ґрунтів. В роботі відпрацьовані екологічно безпечні технології для отримання хімічних меліорантів та добрив на основі відходів ТЕЦ. В лабораторних та польових дослідках встановлений позитивний вплив внесення шламу на властивості ґрунту і підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Постановка проблеми

Ґрунти України на протязі тривалого часу були майже єдиним засобом виробництва і екстенсивний характер землекористування призвів до деградації переважної кількості сільськогосподарських угідь. Деградація ґрунтів – наслідок ерозійних процесів у всіх їх проявах (водна, вітрова, іригаційна, пасовищна та агротехнічна); дегуміфікації із-за відсутності належних сівозмін, зокрема, впровадження монокультур; декальцинації (кислотна деградація); засолення та осолонцювання (негативи зрошувальних систем і підтоплення ґрунтів) і аридизації, яка безпосередньо зв'язана з дегуміфікацією та агрофізичними чинниками.

Зокрема, в потужній по потенціалу земельних ресурсів Полтавській області, яка має 2200,9 тис. га сільськогосподарських земель, в тому числі 1352,7 тис. га ріллі, деградовані ґрунти складають приблизно 800 тис. га, з них 320,3 тис. га відносяться до кислих ґрунтів і 488 тис. га – до солонцюватих, заболочено 73,6 тис. га і перезволожено 140 тис. га [1]. Причому, просліджується тенденція до росту опідзолених та засолених ґрунтів, наприклад, з 1971 по 1990 рік площі орних земель, які мають рН менше 6,0, збільшились на 30 %.

Такі обставини потребують широкого впровадження хімічної меліорації, що на теперішній час неможливо із-за економічного стану держави і початкового становлення ринкових принципів господарювання в галузі землекористування. В цій ситуації актуальності набуває використання відходів виробництв в якості хімічних меліорантів і добрив для відновлення деградованих ґрунтів. Наприклад, набули широкого застосування шлаки металургійних виробництв, відходи виробництва силікатної цегли, дефекат виробництва цукру. Але це далеко не вичерпує можливостей використання для підвищення родючості ґрунтів відходів інших виробництв, зокрема, шлаків хімводопідготовки теплоелектроцентралей (ТЕЦ).

Багатотоннажні відходи хімводопідготовки складають 5 тис. т на рік для ТЕЦ середньої потужності і більш 1 млн. т — по Україні, крім того, більш 80 млн. т накопичено на звалищах. Незважаючи на те, що ці відходи відносяться до 4 класу небезпеки, складування їх на міських звалищах, яке практикується до сьогоднішнього часу, призводить до засолення ґрунтів і підвищення мінералізації ґрунтових вод [2]. Шлами хімводопідготовки з вмістом органічної речовини більше 10 % забруднюють атмосферу вуглекислим газом та аміаком.

В той же час, за хімічним складом шламу освітлення води процесу хімводопідготовки на ТЕЦ — це ідеальна речовина для розкислення ґрунтів. Петрографічними дослідженнями встановлено, що шлам являє собою аналог природних вапняків (переважно дрібнокристалічних кальцитів з розміром зерен менше 15 мкм), але має переваги за рахунок вмісту більш дрібних фракцій і більшої розчинності в ґрунті. До теперішнього часу застосування шлаків хімводопідготовки стримувалося значним вмістом вологи в цьому відході ($\approx 60\%$). Впровадження сучасних технологій дозволяє вирішити вказану проблему і застосовувати шлам хімводопідготовки ТЕЦ в якості меліоранту і добрива для підвищення родючості ґрунтів.

Мета роботи

Метою проведеної роботи було створення хімічних меліорантів і добрив на основі відходів хімводопідготовки ТЕЦ. При цьому вирішувалися наступні задачі:

- відпрацювання екологічно безпечних технологій для отримання хімічних меліорантів та добрив на основі відходів ТЕЦ;
- дослідження розвитку сільськогосподарських культур на ґрунтах з додаванням шламу ТЕЦ і комплексних добрив на основі шламу;
- вивчення можливостей застосування шламу для різних типів ґрунтів і вплив на їх властивості.

Матеріали та методи

Меліорант для розкислювання ґрунтів отримували шляхом висушування шламу освітлення води на автоматичних камерних фільтрпресах (ФПАКМ) з послідуочим досушуванням теплом відпрацьованих димових газів. Згідно з відпрацьованою технологією, шлам після зневоднення (до 30 % вологи) на ФПАКМ подається на сушильний агрегат, куди відводиться частина димових газів з котла ТЕЦ. Висушений продукт разом з димовими газами надходить в газохід і уловлюється фільтром, який підтримує температуру сушки в межах 150 – 400 °С. З фільтру сухий продукт направляється на фасувальну лінію. З метою економії електроенергії шлам висушували теплом відпрацьованих газів після попереднього відстоювання шламу на шламонакопичувачах. Висушений шлам з вмістом вологи менше 10 % використовували в якості меліоранту для розкислення ґрунтів. Проведеними дослідями встановлено, що максимальна гігроскопічність зневодненого шламу незначна і становить 4,3 % (максимальна гігроскопічність середніх суглинків 3,5 %, важких глин – 15 %), що дозволяє зберігати сухий шлам в звичайних умовах.

Для меліорації солонцюватих ґрунтів була відпрацьована технологія отримання гіпсу як продукту нейтралізації шламом хімводопідготовки ТЕЦ відпрацьованої сірчаної кислоти. Відпрацьовану сірчану кислоту отримували з йоно-обмінних колон на ТЕЦ після їх регенерації, із зношених автомобільних акумуляторів, непридатних до використання, з відпрацьованих травильних розчинів, з відпрацьованої сірчаної кислоти нафтопереробних виробництв. Зневоднений на шламонакопичувачах шлам через ваговий дозатор подається в реагентний бак, в якому при постійному перемішуванні відбувається реакція нейтралізації сірчаної кислоти, що надходить через об'ємний дозатор. Коректировку внесення компонентів виконували за показником рН суміші. Нейтралізована суміш подається в накопичувальну ємність, з якої центробіжним насосом направляється в автоклав. Із автоклаву суміш через теплообмінник потрапляє на ФПАКМ для зневоднення з послідуочим досушуванням теплом відпрацьованих газів до вмісту вологи 5 %. Висушений продукт змелюють на кульовому млині. Отриманий у вказаному технологічному процесі продукт містить переважно $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ і за процентним вмістом хімічних сполук буде ідентичним природному гіпсу, який використовується для гіпсування солонцюватих ґрунтів. Для оптимізації процесу утворення гіпсу застосували метод механохімічної активації шламу для придання йому більшої реакційної здатності [3]. Механоактивацію зневодненого шламу виконували шляхом помелу на бігунах, при цьому утворюються нерівноважні дефекти в твердих частках шламу, які і визначають його реакційну здатність. Одночасно відбувається усереднення часток шламу за зерновим складом, що заощаджує витрати на розділення шламових фракцій на дрібно- і крупнодисперсні. Для отримання 1 т гіпсу використовували 0,68 т шламу хімводопідготовки ТЕЦ і 0,5 т відходу 1н сірчаної кислоти (в перерахунку на концентровану сірчану кислоту – 98,3 %).

Досліди по меліорації деградованих ґрунтів виконували на кислих ґрунтах з рН менше 6,0 і солонцюватих — з рН більше 7,5. Досліди проводили на чорноземних ґрунтах різного механічного складу. Кількість внесення шламу і гіпсвмісного матеріалу в ґрунт розраховували за значенням гідролітичної кислотності та лужності. Вивчали вплив отриманих хімічних меліорантів на врожайність сільськогосподарських культур.

Завдяки великому вмісту (до 30 %) органічної речовини і широкому спектру мікроелементів шлам хімводопідготовки ТЕЦ використовували в якості добрива на кислих ґрунтах. На основі шламу отримували комплексні добрива (шлам + мінеральне добриво, шлам + органічне добриво). В якості мінеральних добрив використовували аміачну селітру, суперфосфат, сульфат калію, а органічних добрив – пташиний послід, перегній, торф, компост, сидерати, зневоднений осад стічних вод з міських очисних споруд (кек). Водневий показник (рН) комплексних добрив регулювали співвідношенням шламу ТЕЦ та мінерального або органічного добрива.

Результати досліджень

В польових дослідях встановлено підвищення врожайності сільськогосподарських культур на кислих грантах з додаванням шламу як меліоранта, особливо культур вибагливих до вапнування. Наприклад, врожайність кукурудзи зросла на 28 % порівняно з контролем. Кормовий буряк, який висівався на другий рік по кукурудзі, збільшив врожайність на 14,8 % [4]. Капуста на четвертий рік після внесення шламу збільшила врожайність на 30 %. Дослідження засвідчили, що засвоєння біогенних елементів рослинами поліпшується в присутності сполук кальцію. Обсяги внесення шламу в кислі ґрунти встановлювали відповідно розрахованих доз вапна. В проведеній роботі більш високу врожайність отримали при застосуванні шламу хімводопідготовки у суміші з мінеральними або органічними добривами (комплексні мінеральні і органо-мінеральні добрива). Суміші позитивно впливали на ріст і розвиток рослин. В серії дослідів, які були поставлені в лабораторних умовах, були використані сільськогосподарські культури з середньою вибагливістю до вапнування – пшениця і ячмінь. Досліди проводили на чорноземному супіщаному ґрунті легкого механічного складу (рН ~ 6,5). Застосовували передпосівне внесення добрив у ґрунт на глибину 25 см. Позитивну дію використаних добрив визначали здатністю дослідних рослин до утворення колосу. В першій серії дослідів обсяги комплексних добрив зменшували вдвічі проти норми. На основі результатів першої серії дослідів ефективно за дією комплексне добриво (шлам + мінеральне добриво) містило по ¼ частині мінерального компоненту від рекомендованих доз. Контролем був ґрунт з додаванням шламу. Вегетацію рослин досліджували протягом місяця. Визначали вміст важких металів у ґрунті і в біомасі рослин методом спектрального аналізу. Вивчали також вплив добрив на рН ґрунтів. Статистичний аналіз отриманих даних виконували константним методом математичної обробки кількісних показників. У першій серії дослідів кращі результати були отримані при використанні суміші шламу з фосфорним добривом, шламу з пташиним послідом і шламу з кеком. На другому місці за ефективністю була суміш шламу з азотним добривом. Суміш шламу з калійним добривом незначно перевищувала показники контрольних дослідів. Ріст рослин в досліді з комплексним добривом шлам + фосфорне добриво перевищував показники контролю (ґрунт + шлам) на 18 %, шлам + азотне добриво – на 13 %, шлам + калійне добриво — на 7 %. Ріст рослин і показники об'єму стебла в комплексному препараті шлам + пташиний послід перевищували контрольний зразок (ґрунт + шлам) на 4,5 і 44,8 % відповідно, шлам + кек – на 1,6 і 22,6 % відповідно. У другій серії дослідів при збільшенні частки мінерального компоненту у комплексному добриві до ½ проти рекомендованих доз врожайність сільськогосподарських культур підвищувалась на 28 %. У першій і другій серіях дослідів рослини досягли стадії формування колосу [5].

Польові дослідження підтвердили результати, отримані в лабораторії, – додавання шламу у ґрунт збільшує врожайність сільськогосподарських культур. Оптимальним було внесення шламу під час осінньої оранки.

Шлам хімводопідготовки ТЕЦ показав себе ідеальною речовиною для розкислення ґрунту (вміст сполук кальцію в перерахунку на CaCO_3 до 85 %, рН = 10,2) і може бути рекомендованим для використання в якості меліоранту на ґрунтах з кислими показниками рН ґрунтового розчину. Розвиток біомаси зернових культур корелював з показниками рН ґрунту і збільшення біомаси було відмічено на ґрунтах з нейтральною реакцією. Порівняно з мінеральними комплексними добривами більш ефективно розкислювали ґрунт комплексні добрива з органічним компонентом. При додаванні шламу ґрунт набуває ідеальних властивостей порівняно з контролем. Так, безструктурний ґрунт набував структуру кубовидного типу. Значно покращувалися біологічні показники ґрунту — більш як вдвічі зростала чисельність мікроорганізмів (в тому числі роду *Azotobacter*, які фіксують азот, і сімейства *Actinomycetaceae*, котрі мінералізують органічні фосфати) у ґрунті дослідних ділянок і відповідно кількість земляних черв'яків, які їх споживають. Біонакопичення важких металів в біомасі зернових та овочевих культур, вирощених на ґрунті з додаванням шламу чи комплексного добрива, не спостерігалось. Вміст важких металів не перевищував ГДК. Змінювались механічні, фізичні та хімічні властивості ґрунту. Причому, внесенням комплексних препаратів можливо було регулювати рН ґрунтового розчину або залишати його незмінним в залежності від співвідношення обсягів шламу і добрив в комплексному препараті [6].

Внесення шламу в чорноземний піщаний ґрунт збільшує врожайність зернових культур на 7 %, в чорноземний супіщаний ґрунт – на 28 %, в чорнозем звичайний середньосуглинковий – на 17 %. Таким чином, ефективність впливу шламу на розвиток рослин знаходиться в прямій залежності від

механічного складу ґрунту.

Висновки

1. Шлам, зневоднений на ФПАКМ або на шламонакопичувачах з подальним досушуванням теплом відпрацьованих газів до вмісту вологи не більше 10 %, може успішно використовуватися в сільському господарстві в якості меліоранту для розкислення ґрунтів. Гіпс, який утворюється при нейтралізації шламом сірчаної кислоти, може бути рекомендованим для меліорації солонцюватих ґрунтів. Меліоранти і комплексні добрива отримують при використанні екологічно безпечних технологій.

2. Комплексні добрива мінеральні або органо-мінеральні на основі шламу хімоводопідготовки ТЕЦ сприяли більш інтенсивному розвитку рослин порівняно з контролем. Кращими виявилися комплексні препарати шламу з суперфосфатом і шламу з органічними добривами, багатими на фосфор і азот (пташиний послід і кек). Обсяги внесення мінеральних та органічних добрив при застосуванні комплексних добрив можливо знижувати до ½ від норми.

3. В проведених дослідженнях встановлений позитивний вплив внесення шламу на властивості ґрунту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної політики з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на період до 2010 року. /Державне управління екології та природних ресурсів у Полт. обл, Полтавське відділення Північно-східного центру Національної Академії Наук України, Полтавський державний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Полтавське відділення Інженерної Академії України. — Полтава, 2001. — 220 с.

2. Воробьев И. Е., Пасеченко В. И. Комплексная оценка влияния ТЭС на окружающую среду // Экотехнологии и ресурсосбережение. — Киев, 1999. — № 4. — С. 58—62.

3. Киушкин Э. В. Разработка экологически безопасной технологии утилизации шлама химводоподготовки ТЭЦ: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — Н. Новгород.: 2002. — 23 с.

4. Зюман Б. В., Пасенко А. В. Вирощування коренеплодів на ґрунтах з додаванням шламу ХВО ТЕЦ // Науковий вісник ІЕНТ ім. Ю.І. Кравченка «Нові технології». — м. Кременчук, Жовтень 2004 р. — № 3(6). — С. 135–137.

5. Зюман Б. В., Пасенко А. В., Кулік Н. Ю. Використання відходів ТЕС як складової частини добрив // Науковий вісник ІЕНТ ім. Ю.І. Кравченка «Нові технології». — м. Кременчук, Квітень 2003 р. — № 1(2). — С. 92-95.