

УДК 622.331

© Р.А. Хлопецький; М.М. Поліщук,
Луцький національний технічний університет,
В.Ф. Дідух, д.т.н.,
Львівський національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОБУВАННЯ ОЗЕРНОГО САПРОПЕЛЮ З-ПІД ШАРУ ВОДИ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

У статті запропоновано новий добувний модуль озерних сапропелів, наведено схему та принцип його роботи, технологічні параметри забірної фрези, а також спосіб приготування органічного біодобрива на основі сапропелю природного стану.

ДОБУВНИЙ МОДУЛЬ, ОЗЕРНИЙ САПРОПЕЛЬ, ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА, КОМПОСТ, ФРЕЗА.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку агропромисловий комплекс держави перебуває у стані пошуку раціональних форм господарювання. Спроба наростити валовий збір продукції за рахунок агрохолдингових компаній призвело до різкого зниження родючості ґрунтів. Покращити ситуацію можна через прийняття законів про обов'язкове використання органічних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур. За відсутності підстилкового гною, необхідно забезпечити виробництво дешевих і якісних органічних добрив та комплексних добрив на основі органічних речовин. Однією із таких можуть стати озерні сапропелі, запаси яких достатні для промислового добування на багато років. З іншої сторони, необхідність добування озерних сапропелів обумовлюється також природно-екологічним фактором, оскільки багато озер Західного регіону України перебувають на стадії зникнення. Такі озера потребують негайного відновлення із збереженням ресурсного потенціалу водойми, що вимагає особливого підходу до процесів добування донних відкладів, їх переробки та подальшого використання [1].

Відсутність сучасних недорогих механізмів для добування сапропелю, особливо з-під шару води, не дозволяють реалізувати вказану проблему на сільських територіях, де знаходяться більшість озер. Відомі засоби закордонного виробництва, які можна використати для добування сапропелів, вирізняються високою ефективністю і продуктивністю виконання робіт, але є надто дорогі. Дослідження

наступних процесів підготовки сапропелів до внесення у ґрунт та приготування органічних добрив на їх основі, є не менш важливими, оскільки більшість цих процесів є тривалими, що впливає на собівартість та якість продукції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробкою ефективних засобів механізації добування озерних сапропелів, процесами його переміщення та використання займаються багато вчених як на Україні, так і за кордоном [1, 2, 3]. Серед відомих добувних пристроїв озерних сапропелів великого поширення набули пристрої, представлені в роботах [4, 6]. Але розробці та дослідженню дешевого, мобільного засобу для добування озерних сапропелів з-під шару води в даних роботах уваги не приділено.

Мета роботи. Запропонувати схему добувного модуля для розробки середнього шару озерних сапропелів з мінімальними енергозатратами та впливом на екосистему водойми, а також спосіб виробництва органічних добрив на його основі.

Результати досліджень. Спроба налагодити очищення водойм від накопичених речовин призвела до створення багатьох способів і технічних засобів. Зокрема, найбільше поширення знайшли способи добування озерного сапропелю з-під шару води, з-під шару торфу та з родовищ без води. При цьому основними технологіями та технічними засобами добування сапропелю є [5]:

1. Землерийні машини за попереднього осушення водойми.
2. Болотні екскаватори – з-під шару торфу.
3. Гідромеханізований спосіб наміву пульпи в чеки або кольматація її на берег.
4. Грейферні екскаватори.
5. Механізований спосіб за допомогою шнекових і пневмошнекових пристроїв.
6. Ковшово-елеваторний спосіб.
7. Гідравлічний спосіб.
8. Точково-вакуумний спосіб.
9. Всмоктуючий спосіб.
10. Скреперно-всмоктуючий спосіб.
11. За допомогою запираючого циліндру.

Як видно, з переліку, більшість способів і технічних засобів передбачають можливість добування озерного сапропелю з-під шару води. Проте, чіткого розмежування середнього, від пелогену, найбільш продуктивного шару з високими якісними показниками сапропелю, даними способами та технічними засоби видалити не можна.

Запропонований нами спосіб і технічний засіб добування сапропелів з-під шару води належить до механізованого способу за допомогою добувних модулів. На рис. 1 схематично зображено запропонований добувний модуль середнього шару озерних сапропелів з частковим відділенням вільної води.

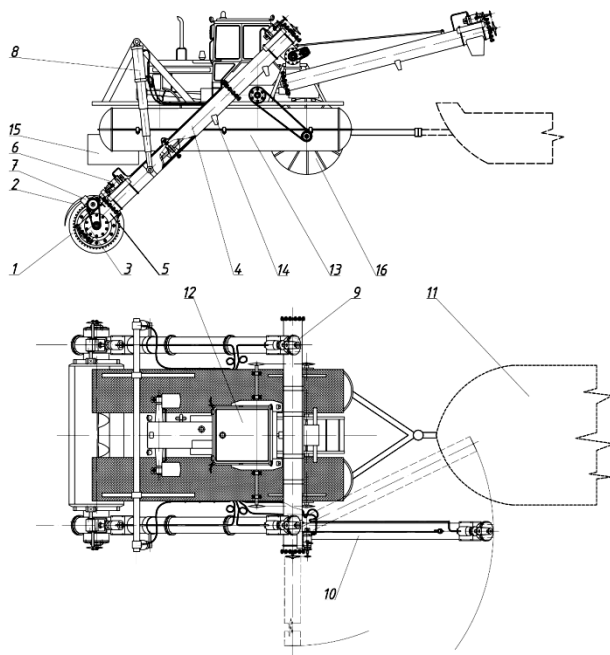


Рис. 1 – Добувний модуль озерних сапропелів: 1 – забірні фреза; 2 – нерухомий корпус; 3 – шнек забірної фрези; 4 – шнековий прес; 5 – трубчастий рукав; 6 – гідродвигун; 7 – редуктор; 8 – гідроциліндр; 9 – завантажувальний бункер; 10 – вивантажувальний шнековий прес; 11 – баржа; 12 – трактор; 13 – понтон; 14 – зливні патрубки; 15 – кермо; 16 – лопатеве колесо

Всі робочі органи приводяться в дію змонтованим на понтоні 13 трактором 12. Для здійснення поворотів на холостих ходах по водоймі передбачено направляюче поворотне кермо 15 та лопатеві колеса 16, привод яких здійснюється, відповідно, від керма трактора та через ланцюгову передачу від його ведучих осей. Добувний модуль озерних сапропелів працює наступним чином.

Попередньо підготовлений для монтажу трактор 12 встановлюють на понтон 13 і з'єднують всі необхідні для роботи системи. Гідроциліндрами 8 забірна фреза 1 встановлюється на глибину 0,5 її діаметра у середній шар сапропелю. В процесі переміщення добувного модуля нерухомим корпусом 2 частково знімається шар пелогену. Поверхні робочих елементів забірної фрези при врізанні у шар сапропелю створюють тягову силу, яка переміщає добувний модуль у напрямку розробки пласта. Відокремлений сапропель під тиском наступних захоплених порцій просувається по внутрішній поверхні елементів, виконаних у формі спіралі Архімеда, потрапляє на витки шнека 3. Шнек 3 переміщає сапропель від середини до периферії забірної фрези 1, де його захоплюють витки шнекового преса 4, що транспортує сапропель в бункер 9 вивантажувального шнекового преса 10. В процесі переміщення сапропелю гвинтовими робочими елементами відбувається часткове відділення вільної води, яка через патрубкі 14 скидається у водойму. Вивантажувальний шнековий прес 10 викидає зневоднений сапропель у баржу 11. Для створення необхідного підпору робочій фрезі, у роботу додатково можуть включатись лопатеві колеса 14.

Такий добувний модуль дозволяє зменшити негативний вплив на екосистему водойми за рахунок відсутності перемішування води, пелогену та середнього шару сапропелю через мінімальну частоту обертання забірної фрези, зменшити сумарні енергозатрати на роботу добувного модуля, оскільки процес врізання лопатей забірної фрези створює зусилля для переміщення добувного модуля, а також знизити вартість модуля за рахунок доступності комплектуючих частин в порівнянні з іноземними аналогами.

Так, зокрема потужність відділення об'єму озерного сапропелю від загального масиву одним робочим органом становить:

$$N = 0,981m \times R \times V = 0,981 \times 1,2 \times 10070 \times 0,1 = 1185,4 \text{ Вт} = 1,18 \text{ кВт},$$

де m – коефіцієнт, що враховує перекриття взаємодії ножів робочих поверхонь фрези з нерухомим середнім шаром і приймається в межах 1,1 – 1,25; R – сумарна рівнодійна всіх складових сили різання, визначена нами в процесі досліджень і становить $R=10070 \text{ Н}$; V – абсолютна швидкість руху ножа фрези по траєкторії в розрахунковій точці, встановленої розрахунками $V = 0,1 \text{ м/с}$.

У всіх сапропеледобувних машинах з роторними розпушувачами де поєднано всмоктувальну трубу гідромонітора, розміщують по центру розпушувача. При цьому діаметр фрези D_f визначається з розрахунком, щоб всмоктувальна труба своїм діаметром d_{oc} вписувалася по центру фрези. Для нашого випадку всмоктувальну

трубу замінює шнек 3 (рис. 2), розміщений співвісно з фрезою. Тому, з практичних міркувань, приймаємо:

$$D_{\phi} = (2,5 \dots 2,8) \cdot d_{\text{ср.}}$$

Прийнявши діаметр збирального шнека $d_{\text{ш}} = 0,3$ м і діаметр фрези $D_{\phi} = 0,8$ м, отримаємо:

$$\frac{D_{\phi}}{d_{\text{ш}}} = \frac{0,8}{0,3} = 2,67,$$

що в межах рекомендацій.

Частота обертання ротора n в існуючих машинах приймається в межах $n = 10 \dots 25$ об/хв. Приймаємо $n = 15$ об/хв.

Поступальний рух (швидкість подачі) u в сучасних машинах приймають рівною $u = 5 \dots 10$ м/хв. Виходячи з часу оптимального забезпечення рекомендованої товщини стружки в межах $0,02 \dots 0,2$ м, приймаємо $u = 0,3$ м/хв.

Розрахункова глибина різання приймається $H = 0,75$ м, що дорівнює $0,94 D_{\phi}$ при рекомендованій $H = (0,9 \dots 1,0) \cdot D_{\phi}$.

Кількість ножів приймаємо 4 при рекомендованій від 3 до 6.

Кутову швидкість обертання фрези визначаємо за формулою

Ейлера:

$$w = \omega R = 15 \cdot 0,4 = 6 \text{ м/с.}$$

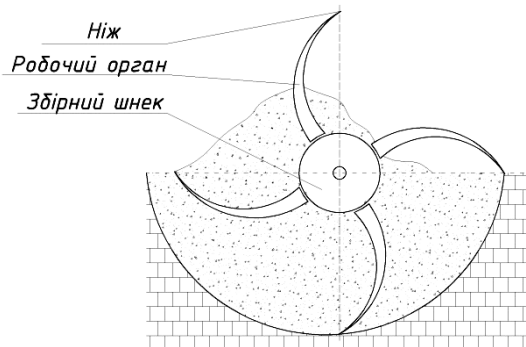


Рис. 2 – Розміщення робочих елементів забірної фрези відносно середнього шару

Запропонований спосіб добування озерного сапропелю з-під шару води забезпечує безперервність процесу добування, часткове зневоднення добутого матеріалу та універсальність використання енергетичної установки, оскільки для приводу добувального модуля

використовується змонтований на його понтоні трактор загального призначення.

Не менш важливим для сільського господарства є приготування та внесення органічних добрив на основі добутого сапропелю, вологість якого становить 80–85%. Проведені дослідження по способу отримання біодобрив на основі частково зневодненого озерного сапропелю [7] вказують на перспективність їх масового виробництва та використання. При цьому у даних дослідах використовувалась лише подрібнена солома та озерний сапропель.

Для інтенсифікації процесів отримання біологічних об'єктів, які сприятимуть розвитку гумосоутворюючих істот, в продовження досліджень отримання біодобрив, запропоновано солому зволожувати у концентрованому розчині гноївки ВРХ. Все інше – температурний режим витримували в межах 20–30 °С, висота закладання 1,5 м, довжина різки соломи до 0.1 м залишалась постійною. На приведеному фото (рис. 3, а) зображено – загальний вигляд проведення досліду після 60 днів взаємодії солом'яної різки та сапропелю.

Серед п'яти варіантів за висотою розподілу були наступні: 1 – 50 солом'яна різка на 50 сапропель; 2 – 25 солом'яна різка на 75 сапропель; 3 – чергування солом'яної різки та сапропелю через 25 умовних одиниць; 4 – чергування солом'яної різки та сапропелю 2 рази через 15 на 35 умовних одиниць; 5 – 75 солом'яна різка на 25 сапропель. Витримка закладених дослідів більше 90 днів вказує, що чіткий розподіл складників за висотою суттєвого значення не має. Сапропель добре проникає через солом'яну різку злакових культур. Активні процеси перетворення солом'яної різки в однорідну масу практично відбувається після двомісячного терміну взаємодії складників. Змочування солом'яної різки розчином гноївки сприяє процесам перетворення компосту в тверді органічні добрива вологістю 50–60%. Щоб витримати дану вологість до моменту внесення у ґрунт необхідно забезпечити утримання хімічно зв'язної вологи у закладених буртах за допомогою поліхлорвінілової плівки.

Серед важливих показників, які сприятимуть у виготовленні запропонованих компостів є температура навколишнього середовища. Досліди проводились при кімнатній температурі, тому можна стверджувати, що така температура сприяє ефективному протіканню даного процесу. Результати проведених досліджень вказують, що товщина шарів солом'яної різки та сапропель має становити 1:3, з метою забезпечення проникності останнього та створення сприятливих умов розвитку грибів. При цьому тривалість виготовлення органічної речовини, має становити не менше двох місяців, в залежності від її

призначення та подальшого використання. Фізичні властивості таких добрив дозволяють здійснювати їх внесення в ґрунту як поверхнево, так і локально всіма відомими механізованими засобами внесення органічних добрив.

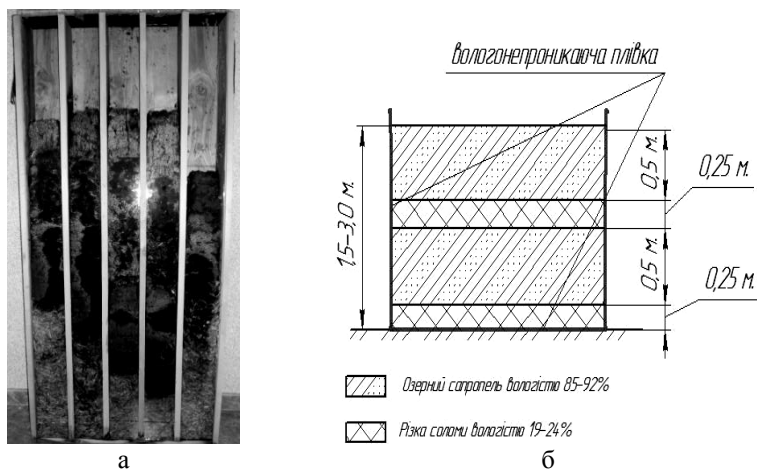


Рис. 3 – Фото проведення дослідження з отримання біодобрив на основі сапропелю після 60 днів досліду (а) та схема закладання бурта у виробничих умовах (б)

Одними із напрямків виробничого приготування органічних компостів (рис 3, б), можуть стати пошарове закладання у силосні траншеї соломяної різки після подрібнення зернозбиральним комбайном та озерних сапропелів природної вологості, але при цьому необхідно ущільнювати дно силосних траншей, для запобігання втрати вологи, яка необхідна для утворення органічної речовини. Результати проведених експериментальних досліджень вказують, що висота закладання може знаходитись у межах 1,5–3,0 м, а забезпеченню появи біологічних об'єктів у таких компостах сприяє рідка фракція гною ВРХ. На основі проведених досліджень пропонуються геометричні параметри силосних траншей для закладання компостів у виробничих умовах.

Висновки. Одна із проблем, яку необхідно вирішувати в АПК країни, пов'язана з виробництвом твердих органічних добрив. До таких можна віднести компости на основі озерних сапропелів. Проте, дешеві технічні засоби для добування сировини відсутні. Запропонована технологія добування середнього шару сапропелю з-під води, спосіб та модуль, енергетичною установкою якого може бути колісний трактор

сільськогосподарського призначення, на даний момент є актуальними та перспективними. Основна мета, яка переслідувалась у дослідженнях – запропонувати технічний засіб з мінімальним впливом на екосистеми в процесі добування сапропелю з-під шару води та частковим зневодненням матеріалу, що зменшить кількість наступних операцій з підготовки сапропелю перед внесенням в ґрунт.

Література

1. Шевчук М.Й. Сапропелі України, запаси, якість та перспективи використання: монографія / М.Й. Шевчук. – Луцьк: Надстир'я, 1996. – 384 с.
2. Патент № 33681 Україна, МПК (2006): E02F 3/00. Підійомно-транспортуючий пристрій для добування сапропелю / О.П. Шимчук, В.Ф. Дідух, В.В. Грабець, І.М. Ілюшук (Україна), №u200801585; Заявл. 07.02.2008; Опубл. 10.07.2008; Бюл. № 13.
3. Патент № 62869 Україна, МПК: E02F 3/00 (2006.01). Добувний модуль озерних сапропелів / В.Ф. Дідух, Р.А. Хлопецький, М.В. Усенко, А.С. Суховерхівський (Україна), №u201014278; Заявл. 29.11.2010; Опубл. 26.06.2011; Бюл. № 18.
4. Штин С.М. Озерные сапропели и их комплексное освоение / С.М. Штин: Под ред. И.М. Ялтанца. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. – 373 с.
5. Сисолін П.В. З бажанням зберегти родючість української землі та допомогти селянину / П.В. Сисолін // Зб. статей, виступів та коментарів (1997 – 2008 рр.). – Кіровоград, 2009. – 160 с.
6. Лопотко М.З. Сапропели БССР, их добыча и использование / М.З. Лопотко. – Минск: Наука и техника, 1974. – 208 с.
7. Дідух В.Ф. Исследование процесса изготовления органических удобрений на основе сапропеля / В.Ф. Дідух, Н.Н. Полищук // Motrol Vol.15, No 4., Lublin-Rzeszow, 2013. – P. 225 – 230.