

## Землерийні, дорожні та меліоративні машини

УДК 624.132.345

М.К. Сукач, д.т.н., проф.;  
В.М. Чередник (КНУБА)

### УСТАНОВКА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ҐРУНТУ В АКВАТОРІЯХ

*АННОТАЦІЯ.* Розроблено ерліфтно-землесосну установку для видобування сапропелів та очищення дна акваторій від мулистих забруднень з мілководним та глибоководним пристроями.

*Ключові слова:* ерліфтно-землесосна установка, сапропелі, акваторія, мулисті забруднення.

*АННОТАЦИЯ.* Разработана эрлифтно-землесосная установка для добычи сапропелей и очистки дна акваторий от илистых загрязнений с мелководным и глубоководным устройствами.

*Ключевые слова:* эрлифтно-землесосная установка, сапропели, акватория, илистые загрязнения.

*ANNOTATION.* A suction air-lift-dredger fluidizer is worked out booty of sapropels and cleaning of bottom of aquatoriums from silty contaminations with shallow and deep-water devices.

*Keywords:* suction air-lift-dredger setting, sapropels, aquatorium, silty contaminations.

#### Актуальність теми

Україна багата на запаси сапропелів - коштовну органічну сировину, що підвищує урожайність сільськогосподарських культур і родючість кислих ґрунтів. Сапропелі є не тільки важливим джерелом живлення сільськогосподарських рослин, але й сприяють очищенню ґрунтів від забруднення ядохімікатами. У будівельному виробництві їх застосовують: для приготування бурових розчинів, технологічних добавок для виготовлення пористих керамічних виробів, як в'язучу масу при виробництві деревоволокнистих плит та керамзиту. У медицині сапропелі також використовують для приготування лікувальної грязі.

**Мета статті** – обґрунтування ефективного способу видобування сапропелів, розробка ерліфтно-землесосного комплексу для очисних і видобувних робіт на дні акваторій.

#### Виклад основного матеріалу

*Ерліфтний спосіб розробки підводного ґрунту*

Вибір способів і масштаби розробки торф'яних і сапропелевих родовищ обумовлені, в основному, техніко-економічними міркуваннями на період виробітку. При цьому через відсутність необхідних досліджень практично не враховувався вплив

розробки родовищ і використання одержуваної продукції на навколишнє середовище. Потужність сапропелевих покладів досягає 15...17 м. Труднощі їхньої розробки полягають у заболоченості родовищ, наявності на ньому деревної рослинності, низької несучої здатності ґрунтів та ін.

Значна частина сапропелів добувається кар'єрним способом, з осушенням озер або за допомогою плаваючих екскаваторів. І лише невелика частина родовищ розробляється землесосними машинами. Це найбільш перспективний спосіб, що дозволяє вирішувати багато проблем, пов'язаних з розробкою й подальшим використанням сапропелів [1].

По-перше, при земснарядному видобутку не порушується ландшафт водойми. Цей спосіб є екологічно безпечним, приводить до очищення водойми і його поліпшенню. По-друге, він відрізняється істотно меншою трудомісткістю й собівартістю робіт порівняно з перерахованими вище способами видобутку, тому що не потрібен вивіз сапропелю автотранспортом: його транспортують по трубах у будь-яке місце.

Аналізуючи сформоване положення з видобутком сапропелю, можна визначити значну залежність технологічних рішень від наявного в наявності основного встаткування. Попередня дослідницька робота й

конструювання різних допоміжних пристроїв були заздалегідь спрямовані на прив'язку до існуючих промислових земснарядів, що випускають. У результаті замінені окремі вузли земснарядів, але зберігся їхній принцип, заснований на розпушуванні ґрунту, переміщенні його з водою й всмоктуванні пульпи відцентровим насосом.

Це призвело до протиріччя: спочатку сапропель, що перебуває в покладі, обводнюють для того, щоб всмоктувальній здатності насоса вистачило для підйому його на поверхню. Потім пульпу перекачують на берег і відразу ж починають тривалий і дорогий процес її зневоднювання у відстійниках. Відбувається розрив технологічного циклу в часі, займаються значні площі, а сапропель не завжди збезводнюється до необхідного рівня.

Все це відбувається тому, що земснаряд - машина принципово непридатна для ефективної розробки сапропелю. Він був створений для інших цілей, і переробка окремих вузлів ґрунтозабору не призвела до належного результату. Залишився основний дефект: перекачування пульпи з концентрацією всього 2...3 %.

Досить перспективної можна вважати технологію, по якій пульпа добувається з концентрацією природного покладу й перекачується без додаткового розрідження по трубопроводах до машини, що вдобрює поле. Роботи з такої технології були проведені, але, на жаль, не вийшли за межі експериментів [2].

### *Ерліфтно-землесосна установка*

Недоліки існуючих земснарядів для розробки й гідротранспортування донних ґрунтів обумовили створення ерліфтних ґрунтозабірних машин. Такі машини можна ефективно використовувати для видобувних і очисних робіт на дні, при будівництві портів, нафтогазових і берегоукріплювальних споруджень.

У Науково-дослідному інституті будівельно-дорожньої і інженерної техніки (НДІ БДІТ) Київського національного університету будівництва й архітектури розроблено ерліфтно-землесосну установку, що призначена для видобутку сапропелів із дна озер і морів [3]. Виймання і транспортування донних ґрунтів ерліфтним способом екологічно безпечними, відрізняються істо-

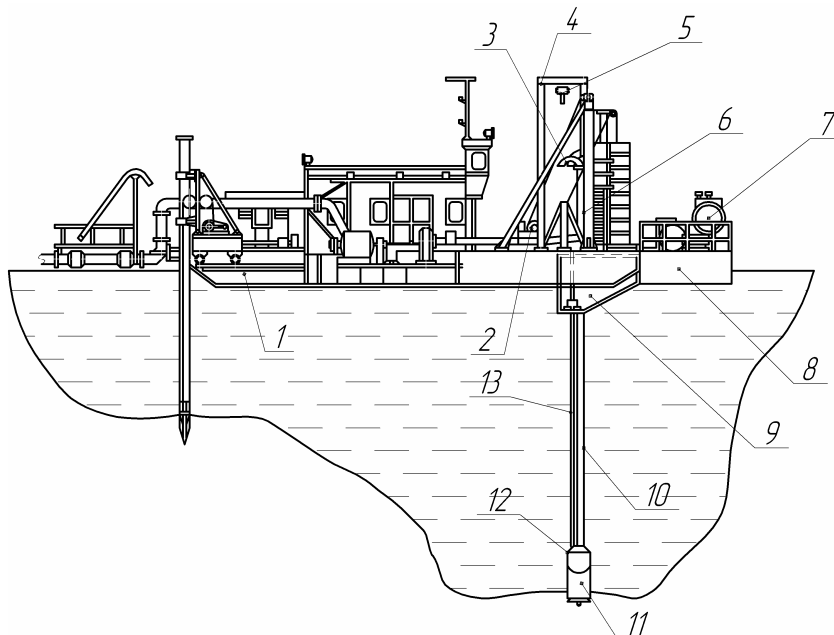


Рис. 1. Схема ерліфтно-землесосної установки: 1 – земснаряд; 2 – ручна лебідка; 3 – зливна труба; 4 – портал; 5 – тельфер; 6 – повітровідокремлювач; 7 – компресор; 8 – додатковий плавзасіб; 9 – зумпф; 10 – підйомний трубопровід; 11 – ґрунтозабірний пристрій; 12 – трубопровід розмивання ґрунту; 13 – повітроподаючий трубопровід

тно меншими трудомісткістю й собівартістю одиниці продукції порівнянно з механічними способами розробки. Концентрація пульпи й продуктивність ерліфтного землесоса вище, ніж у земснаряда, а з глибиною – збільшуються.

Устаткування ерліфтною установкою (рис.1) монтується на базі типового земснаряда ЗГМ-1-350А. Розроблено два варіанти ґрунтозабірних пристроїв: мілководне (із глибиною розробки до 20 м) і глибоководне (для видобутку мулів і сапропелів із глибин до декількох сотень метрів). Ерліфтно-землесосна установка включає основний плавзасіб, на якому встановлене технологічне штатне встаткування земснаряда, передбачене заводом-виготовлювачем (ґрунтонасос з всмоктувальними й нагнітальними трубопроводами, насос розмиття ґрунту й т.д.

#### Технічна характеристика установки

Земснаряд – типовий електричний несамохідний, транспортабельний залізницею, збірно-розбірний	
Тип – роторно-напірний	ЗГМ-1-350А
Клас річкового регістра	«0»
Габарити ерліфтного земснаряда, м:	
довжина	25,8
ширина	8,8
висота борта	1,5
Будівельна висота, м	8,7
Глибина розробки, м	до 20
Подача ґрунтонасоса по пульпі, м <sup>3</sup> /год.	400
Напір ґрунтонасоса, м. вод. ст.	25
Подача стисненого повітря, м <sup>3</sup> /хв	10
Тиск повітря (пускове), МПа	0,3
Подача ерліфта по пульпі, м <sup>3</sup> /год.	250
Діаметр піднімального трубопроводу ерліфта, мм	219
Висота підйому пульпи ерліфтом, м	0,5...3,0
Маса (без земснаряда), т	17

Крім того, додатково встановлюють колону труб ерліфта з повітровідокремлювачем, зливну трубу, проміжну ємність (зумпф), портал, тельфер, ручні лебідки для установки зумпфа й підтримки повітровідокремлювача під час монтажних робіт,

компресор. Ґрунтозабірний пристрій ерліфтного снаряда є сполучений вузол всмоктувального пристрою, змішувача й форсунок розмиву ґрунту. Комплекс передбачає використання при необхідності додаткового плавзасобу, на якому розміщують компресор і склад для колон труб ерліфта.

Компресор, розташований на основному або додатковому плавзасобі, нагнітає стиснене повітря по повітропроводу в змішувач. За рахунок енергії стисненого повітря й створеного перепаду тиску в змішувачі пульпа надходить у піднімальну трубу й далі разом з повітрям у повітровідокремлювач ерліфта. У ньому відбувається відділення повітря з гідросуміші в атмосферу, а пульпа по зливальній трубі попадає в зумпф. Тому що подача ерліфта значно менше подачі ґрунтонасоса, а концентрація ґрунту досить більша, можна застосовувати компресор меншої потужності, додаючи при цьому в проміжну ємність забортну воду через нижні отвори й край зумпфа до величини подачі ґрунтонасоса.

Розріджена пульпа (вода й твердий матеріал) через всмоктувальну трубу й нагнітальну трубу ґрунтонасоса подається на карту наміву. Розмивання ґрунту здійснюють через форсунки за допомогою відцентрового насоса, нагнітальний трубопровід якого конструктивно пов'язаний з форсунками. Труби ерліфта виготовлені у вигляді секцій, які нарощуються в міру заглиблення усмоктувального пристрою.

Звичайно гідравлічний розпушувач ґрунтозабірного пристрою сприяє утворенню струминних каналів у ґрунті й знижує концентрацію мулу в пульпі. Недоліком же механічних розпушувачів є налипання грузлого ґрунту на робочий орган машини.

#### Ґрунтозабірні пристрої

Мілководний новий ґрунтозабірний пристрій з повітроструминним розпушувачем [4] можна використати для планування дна, попереднього очищення водою від мулу, а також на первісному етапі розробки сапропелевих родовищ при неможливості подачі води, що наповнює, у водоюму (для підтримки постійної глибини розробки). У цьому

випадку вся машина із плавзасобом опускається зі зниженням рівня води при виїмці шарів ґрунту на дні водойми. Піднімальна труба ерліфта встановлена з можливістю підйому й повороту, що збільшує зону розробки ґрунту (рис. 2).

Ґрунтоприймач має Я- або Ω-образну форму. Форсунки розташовані під кутом до осі патрубка таким чином, що їхні струмені формують повітродструйний шнек, що збільшує здатність, що подає, ґрунтозабірною пристрою. Трифазна суміш (рідина-ґрунт-повітря) надходить у повітровідокремлювач, де відбувається відділення повітряної фази. Двофазна суміш (рідина-ґрунт) через безнапірний клапан надходить у приймач і зумпф, звідки ґрунтовим насосом (не показаний) відкачується по призначенню.

Мілководний ґрунтозабірний пристрій дозволяє значно підвищити ефективність роботи землесосного снаряда завдяки збільшенню концентрації переміщуваного ґрунту в пульпі. Підвищується надійність установки за рахунок зменшення ймовірності забивання всмоктувального пристрою каменями, валунами й іншими негабаритними предметами.

В умовах високого рівня ґрунтових вод є досить великі райони, де будівельний матеріал (пісок перебуває під шаром торфу, глини й інших відкладень). Екскавація його відкритим способом нераціональна через високу обводненість вищерозташованих ґрунтів, обвалення й замулювання вибою. У процесі розробки порушується природний ландшафт місцевості, що вимагає подальшої рекультивациі земель.

Існує також проблема освоєння глибоководних родовищ піску й мулу в акваторіях Чорного й Азовського морів. Вирішення цієї проблеми дасть змогу повністю забезпечити потреби будівництва й виробництва будівельних матеріалів у прибережних районах країни.

Для видобування структурно слабких ґрунтів із глибин до декількох десятків і сотень метрів розроблено глибоководний ґрунтозабірний пристрій [5]. Під час його створення враховано досвід видобування піску ерліфтным способом з більших глибин трестом «Нефтеюганскспецгидромеханізація» у Тюменській області.

Використання земснарядних і ерліфтних ґрунтозабірних пристроїв не виключає мо-

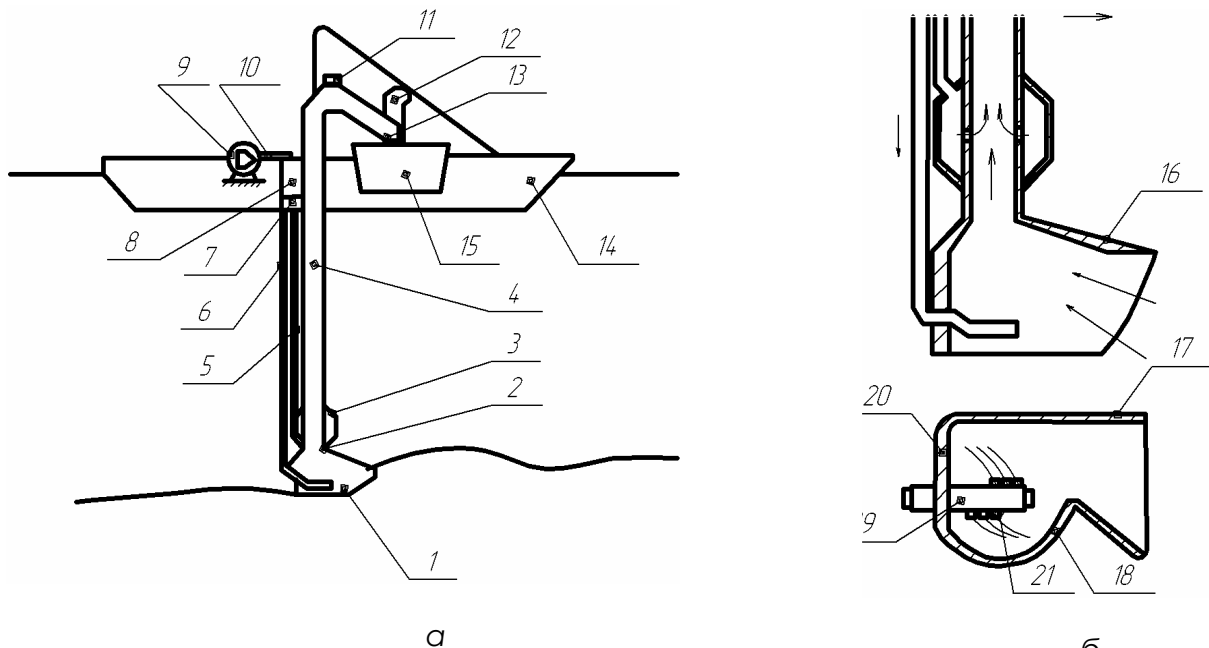


Рис. 2. Схеми ерліфтного землесоса (а) та мілководного ґрунтозабірного пристрою (б): 1 – ґрунтоприймачем; 2 – підвідна труба; 3 – змішувач; 4 – підйомна труба; 5 – привід; 6 – повітровід для розпушування ґрунту; 7 – шланг; 8 – засувка; 9 – компресор; 10 – нагнітальний повітровід; 11 – повітровідокремлювач; 12 – приймач; 13 – канал; 14 – плавучий засіб; 15 – зумпф; 16 – кришка; 17, 18 – бокові профільні стінки; 19 – патрубок; 20 – задня стінка ґрунтоприймача; 21 – форсунки

жливості обвалення ґрунту, що засипає всмоктувальний пристрій і перешкоджає доступу до нього води, забиваючи розмивні сопла гідророзпушувача. Тому в процесі експлуатації іноді доводиться обрізати всмоктувальну трубу земснаряда й залишити частину колони труб у ґрунті.

Для усунення цього недоліку в глибоководному ґрунтозабірнику (рис. 3) передбачений спеціальний патрубок, розташований у верхній частині корпусу, через який при обвалах ґрунту вода надходить до сопла гідророзпушувача. У результаті ґрунт розмивається навколо ґрунтозабірного пристрою, при цьому лебідка працює на підйом ерліфтною колони. Досвід експлуатації в системі НПСО «Запсібінжнефтегазбуд» показав, що подібні ерліфти досить легко проходять вкраплення до 5 м шарів торфу, суглинків, супіску і глин.

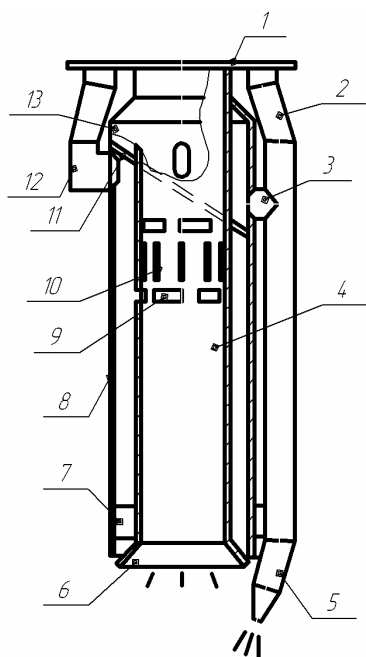


Рис. 3. Схема глибоководного ґрунтозабірного пристрою: 1 – фланець; 2 – труба гідророзпушувача; 3 – патрубок; 4 – всмоктувальна труба; 5 – розмивальне сопло; 6 – всмоктувальний конус; 7 – ребра жорсткості; 8 – корпус; 9, 10 – горизонтальні та вертикальні щілини; 11 – труба, що подає повітря; 12 – кільцевий похилий розпушувач; 13 – оголовок

## Висновки

1. Ерліфтно-землесосна установка з мілководним і глибоководним ґрунтозабірними пристроями має більш високу надійність і довговічність порівняно зі звичайним земснарядом. Це обумовлено простою конструкцією, відсутністю обертових або механічних частин і деталей в ерліфті, що рухаються.

2. Для цієї установки характерні простота експлуатації й ремонту, а також властивість авторегулювання, тобто здатність автоматично настроюватися на величини, що змінюються, занурення змішувача й висоти підйому гідросуміші при незмінній витраті повітря.

Крім того, ця установка дозволяє добувати й транспортувати мули й сапропелі, не порушуючи природного ландшафту родовища, що відповідає найвищим вимогам екології й безпеки провадження робіт.

## Література

1. Добыча сапропеля эрлифтно-землесосным комплексом / М.К. Сукач; КГТУСА.– Киев, 1993.– 120 с.– Рус.– Деп. в ГНТБ Украины 03.11.93, № 2184- Ук 93.
2. Сукач М.К., Чередник В.М. Основні шляхи удосконалення ерліфтно-землесосної установки для розробки підводних ґрунтів / Гірн., буд., дор. та меліорат. машини.– 2007.– Вип.69.– С.26–33.
3. Сукач М.К., Новіков О.Д. Ерліфтно-землесосний комплекс для видобування сапропелів / Гірн., буд., дор. та меліорат. машини.– 1995.– Вип.49.– С.16–19.
4. Сукач М.К. Разработка озерного сапропеля эрлифтным землесосом // Строительные и дорожные машины.– 1995.– № 3.– С.12–13.
5. Сукач М.К. Глубоководное ґрунтозаборное устройство эрлифтного земснаряда // Строительное производство.– 1998.– Вип.39.– С.51–54.

Рецензент: С.В. Кравець, д.т.н., проф.  
(НУВГП)

Отримано: 31.05.2010 р.

