

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНИХ ФОРМ ЗАБІРНИХ ЧАСТИН ШНЕКОВИХ НАСОСІВ

Бодак В. І., к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету, e-mail: bodak@lenta.ru;

Бодак М. В., магістр Луцького національного технічного університету, e-mail: maksim-bodak@meta.ua

Для підвищення родючості ґрунтів необхідно вносити велику кількість органічних добрив, запасів яких не вистачає. Джерелом отримання органічних добрив на Волині є очищення прісноводних водойм від сапропелів - органічних донних відкладів. У статті проаналізовано способи добування сапропелів, які застосовуються на озерах Волинської області. Найбезпечнішим, з позиції екології, визнано шнековий спосіб добування. Розглянуто три варіанти конструкції забірної частини шнекового насоса. Приведено отримані формули для розрахунку об'ємів демпферних зон. У статті викладено результати порівняльних характеристик демпферних зон різних конструкцій забірних частин шнекових насосів. Встановлено, що для добування сапропелів слід застосовувати шнек у формі свердла, оскільки сапропелева маса не відбивається від забірної частини насоса. В результаті проведених експериментів представлено графіки залежності продуктивності шнекового насоса від форми забірної частини. Встановлено, що при низьких обертах шнекового насоса можна використовувати гвинти зі зрізаними конусами або циліндричні. При використанні високооборотних гвинтів кращими показниками кращими показниками характеризуються гвинти, які мають в забірній частині форму конуса. Очевидно, що при роботі на високих обертах гвинти зі зрізаними конусами частково відбивають сапропелеву масу при невеликих значеннях підпору ґрунту. Цей процес відбувається через малий об'єм демпферної зони. Гвинти з повними конусами, як при низьких, так і при високих обертах, плавно захоплюють сапропелеву масу.

Ключові слова: сапропель, шнековий насос, демпферна зона, екологія.

Постановка проблеми. На Західному Поліссі України переважають неродючі дерново-підзолисті ґрунти. Родючість цих ґрунтів можна підвищити за рахунок внесення органічних добрив, яких не вистачає [1]. Отримати органічні добрива можна з сапропелів – органічних відкладів прісноводних водойм. Внесення сапропелевих добрив покращує структуру ґрунту, зменшує частку радіонуклідів, які переходять з ґрунту в рослини [2]. При очищенні озер від донних відкладів відбувається відновлення водного, хімічного та біологічного режимів заболочених водойм [3].

В останні роки очищенням водойми від сапропелів починають займатися дрібні та середні приватні підприємства, які до вибору способу добування підходять тільки з економічних міркувань. Більшість цих підприємств добувають сапропель грейферним або екскаваторним способом, так як ці способи є найдешевшими. Але вищевказані способи негативно впливають на екологію водойми, оскільки в процесі добування проходить інтенсивне змивання сапропелевої маси з ковша. В період проведення добувних робіт в воді проходить значне збільшення біохімічної та хімічної потреби кисню (БПК та ХПК), колірності, вмісту завислих речовин, заліза, азоту, фосфатів, міді, хрому, зменшення розчинного кисню, прозорості[4]. Через ці причини недопустимо проведення добувних робіт серійними ковшами, особливо, на малих по площі водоймах. Добування сапропелів можливо тільки ковшами, які можуть герметично закриватись.

З метою зменшення впливу на оточуюче середовище необхідно використовувати на об'єктах по добуванню сапропелів вертикальні, захисні пливочні екрани, які б відділяли зону розробки від водойми.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Добування сапропелів на даний час проводиться переважно гідромеханізованим та грейферним способами. При гідромеханізованому способі добування відкачується велика кількість води з водойми і сапропель отримують високої вологості. При грейферному способі добування має місце високий ступінь замулення водойми та велика кількість перевалочних операцій.

Вищезгаданих недоліків немає у шнекового способу добування сапропелів.

Створення раціональних форм і вибір оптимальних параметрів забірних частин шнекових механізмів призводить до підвищення ефективності добування сапропелів.

В результаті пред'явлення високих вимог щодо екологічності шнековий спосіб добування набуває все ширшого використання [5]. При роботі шнекового насоса, просочування сапропелевої маси з закритої забірної частини незначний [6]. Як наслідок, – значно нижчі показники вмісту завислих речовин, розчинення у воді азоту, фосфатів, БПК, ХПК, більше розчинного кисню, менша зміна прозорості, не спостерігається у воді змін по вмісту міді, хрому, цинку, нікелю. Отже, екологічно вдалим для використання на малих та середніх по площі озерах є шнековий спосіб добування сапропелю [7].

Метою дослідження є розробка найефективнішої конструкції забірної частини шнекового насоса при добуванні сапропелів, покращення екологічних показників на місці добування при невисоких матеріальних затратах, збереженні низької собівартості продукції та достатній для середнього бізнесу продуктивності. Екологічні переваги добування за допомогою шнекових насосів свідчать про необхідність подальших розробок цих механізмів, особливо їх забірних частин [8].

Результати досліджень. Нами запропоновано метод розрахунку процесу добування сапропелів механізмами шнекового типу з конічною забірною частиною, визначення їх основних параметрів, необхідного крутного моменту на валу шнека, його продуктивності та затрачуваної потужності на транспортування добутого сапропелю. В результаті використання системного підходу, розроблена багатоваріантна структура схем забірних частин шнекових механізмів, які дозволяють підвищувати ефективність роботи при добуванні сапропелів.

Для синтезу раціональних форм забірної частини було проведено аналіз її можливих конструкцій. Найвдалішими було визнано три форми конструкцій забірних частин. Конструкція з параболічною формою твірної кожуха та конічною формою твірної шнека зображено на рис. 1 [9].

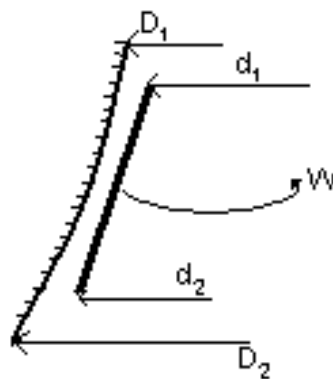


Рисунок 1 – Конструкція з параболічною формою твірної кожуха та конічною формою твірної шнека

При параболічній формі твірної кожуха та конічній формі твірної шнека об'єм демпферної зони визначається за формулою:

$$V_{\delta} = \pi h \left(\frac{h}{2k} - \frac{2}{3} D_2 \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{D_2^2}{4} - \frac{d_2^2 + d_1^2 + d_2 d_1}{12}} \right). \quad (1)$$

Внаслідок малого об'єму демпферної зони, шнек зі змінним діаметром від d_1 до d_2 , при обертанні буде відбивати масу, що негативно впливає на продуктивність насоса.

Конструкція з параболічною формою твірної кожуха та циліндричною формою шнека зображена на рис. 2.

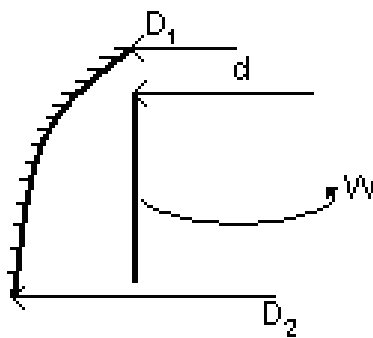


Рисунок 2 – Конструкція з параболічною формою твірної кожуха та циліндричною формою твірної шнека

При параболічній формі твірної кожуха та циліндричній формі твірної шнека об'єм демпферної зони визначається за слідуючою залежністю:

$$V_{\delta} = \pi h \left(\frac{h}{2k} - \frac{2}{3} D_1 \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{D_1^2}{4} - \frac{d^2}{4}} \right) \quad (2)$$

Робота цієї конструкції є кращою від попередньої внаслідок збільшення демпферної зони забірної частини.

Найбільш вдалою конструкцією забірної частини є конічна форма твірної кожуха та параболічна форма твірної шнека (рис. 3).

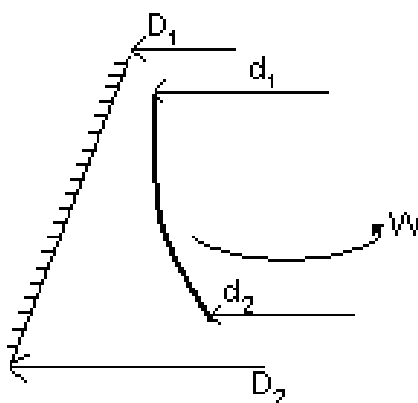


Рисунок 3 – Конструкція з конічною формою твірної кожуха та параболічною формою твірної шнека

При конічній формі твірної кожуха та параболічній формі твірної шнека об'єм демпферної зони визначається згідно залежності:

$$V_{\delta} = \pi h \left(\frac{D_2^2 + D_1^2 + D_2 D_1}{12} - \frac{h}{2k} - \frac{2d_2 \sqrt{h}}{\sqrt{k}} - \frac{d_2^2}{4} \right) \quad (3)$$

В результаті проведених експериментів зроблено висновок, що об'єм демпферної зони V_{δ} забірної частини повинен бути в межах:

- $V_{\delta} < 0,2 V_k$, при швидкості обертання гвинта $n < 11 \text{ c}^{-1}$;
- $0,2 V_k < V_{\delta} < 0,3 V_{\text{ю}}$ при швидкості обертання гвинта $n < 11 \text{ c}^{-1}$.

При проведенні дослідів отримані залежності продуктивності насоса з різними типами гвинтів в забірній частині від частоти обертання шнека (рис. 4).

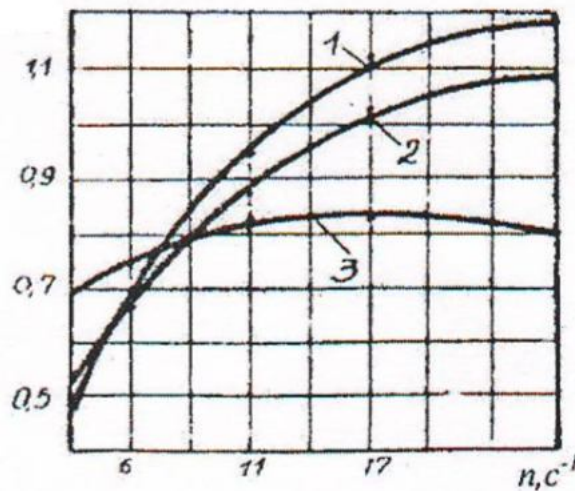


Рисунок 4 – Вплив форми забірної частини на продуктивність шнекового насоса:
 1 – забірна частина, зображена на рис. 3; 2 – забірна частина, зображена на рис. 2; 3 – забірна частина, зображена на рис. 1

З графіків видно, що при частоті обертання до 11 с^{-1} слід застосовувати в забірній частині насоса гвинти із зрізаними конусами або циліндричні. При використанні високооборотних гвинтів з частотою обертання $n > 11 \text{ с}^{-1}$ та тиском $P > 80 \text{ кг/м}^2$ кращими показниками характеризуються гвинти, які мають в забірній частині форму конуса. Очевидно, що при роботі на високих обертах гвинти зі зрізаними конусами частково відбивають сапропелеву масу при невеликих значеннях підпору ґрунту. Цей процес відбувається через малий об'єм демпферної зони. Гвинти з повними конусами, як при низьких, так і при високих обертах, плавно захоплюють сапропелеву масу та не відбивають її. Остання конструкція забірної частини шнекового насоса є найпродуктивнішою, оскільки об'єм демпферної зони є найбільшим [10]. Шнек, завдяки своїй формі інтенсивніше втягує сапропелеву масу та не відбиває її при високих обертах.

Висновки. В результаті аналізу об'ємів демпферних зон встановлено, що для добування сапропелів слід застосовувати в забірній частині шнек у формі свердла, оскільки сапропелева маса не відбивається від забірної частини насоса. Встановлено, що при низьких обертах шнекового насоса можна використовувати гвинти зі зрізаними конусами або циліндричні. При використанні високооборотних гвинтів кращими показниками характеризуються гвинти, які мають в забірній частині форму конуса. Очевидно, що при роботі на високих обертах гвинти зі зрізаними конусами частково відбивають сапропелеву масу при невеликих значеннях підпору ґрунту. Цей процес відбувається через малий об'єм демпферної зони. Гвинти з повними конусами, як при низьких, так і при високих обертах, плавно захоплюють сапропелеву масу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Димитров Д. П. Некоторые результаты применения глубоководных органоминеральных осадков дна Чёрного моря для агротехнических целей / Д. П. Димитров, Г. Ц. Георгиев, П. С. Димитров // Геология и полезные ископаемые мирового океана. – 2006. – № 1. – С. 74–80.
2. Шевчук М. Й. та ін. Ефективність сапропелізації ґрунтів в умовах радіоактивного забруднення : метод. посібник з організації проведення НДР в галузі сільськогосподарської радіології. – К., 2012.
3. Лиштван И. И. Восстановление озерных водоемов при добыче сапропеля // Торфяная промышленность. – 1988. – № 10. – С. 13.
4. Лопотко М. З. Сапропели в сельском хозяйстве / М. З. Лопотко, Г. А. Евдокимова, П. Л. Кузьмицкий. – Мн. : Наука и техника, 1992. – 216 с.

5. Булік Ю. В. Обґрунтування процесу і параметрів механізму для добування сапропелю : дис. ... кандидата техн. Наук : 05.05.11 / Булік Юрій Володимирович. – Луцьк, 2005. – 135 с.
6. Хайліс Г. А., Бодак В. І. Аналіз роботи шнекових пристроїв при добуванні сапропелів // Сільськогосподарські машини : сб. наук.статей. – Луцьк : ВО ІАУ, 1995. – С. 258–271.
7. Бодак В. І., Дідух В. Ф. Вплив механізмів для добування сапропелів на оточуюче середовище // Тези доп. Дев'ятої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу. – Луцьк : ЛІІ, 1994. – С. 9.
8. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры. – М. : Машиностроение, 1972. – 184 с.
9. Бодак В. І. Аналіз руху сапропелю в шнековому насосі // Наукові нотатки : міжвуз. зб. – 2009. – Вип. 26.– С. 10–13.
10. Шимчук О. П. Визначення доцільності використання шнека у якості засобу добування сапропелю / О. П. Шимчук, В. А. Матвійчик // Зб. наук. ст. – Луцьк : Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2007. – Вип. 15. – С 345–348.

REFERENCES

1. D.P. Dimitrov, G. Ts. Georgiev, P. S. Dimitrov. Some results of application of deep-sea organo-mineral sediments of the bottom of the Black Sea for agrotechnical purposes. Geology and mineral resources of the world ocean. 2006. №1, Kyiv, 74-80.
2. Shevchuk M.Y. etc. Efficiency of sapropelization of soils under conditions of radioactive contamination // Method. A manual on the organization of conducting research in the field of agricultural radiology. - K., 2012.
3. Lishtvan I.I. Recovery of lake reservoirs in the production of sapropel. Peat industry. - 1988 - No. 10. - P. 13.
4. Lopotko M.Z. Sapropeli in agriculture / Lopotko M.Z., Evdokimova G.A., Kuzmitsky P.L. - Mn .: Science and Technology, 1992. - 216 p.
5. Bulik Yu.V. Substantiation of the process and parameters of the mechanism for obtaining sapropel: dis. ... candidate techn. Sciences: 05.05.11 / Bulik Yuri Vladimirovich. - Lutsk, 2005. - 135 p
6. Heilis G.A., Bodak V.I. Analysis of the work of screw devices in the production of sapropel. In sat Sciences. «Agricultural machines». In IAU, Lutsk, 1995, pp. 258-271.
7. Bodak VI, Didukh VF Influence of mechanisms for extraction of sapropels on the environment // Abstracts of additional. The ninth scientific and technical conference of the teaching staff of the LII. Lutsk.1994.s.9.
8. Grigoriev AM Screw Conveyors. -M .: Mechanical Engineering, 1972.- P.184
9. Bodak V.I. Analysis of the motion of sapropel in a screw pump. - 2009. Scientific Notes. Interconnect save vip.26.-Lutsk, 2009. C.10-13
10. Shimchuk O.P. Determination of the expediency of using a screw as a means of obtaining sapropel / O.P. Shimchuk, VA Matvichich // Sb. sciences st., Lutsk: Rev. Department of Leningrad State Technical University, 2007. - 15. - p. 345-348.

Бодак В. И., Бодак М. В. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЗАБОРНЫХ ЧАСТЕЙ ШНЕКОВЫХ НАСОСОВ

Для повышения плодородия почв необходимо вносить большое количество органических удобрений, запасов которых не хватает. Источником получения органических удобрений на Волыни является очистка пресноводных водоемов от сапропелей – органических донных отложений. В статье проанализированы способы добытия сапропелей, которые применяются на озерах Волынской области. Безопасным, с точки зрения экологии, признано шнековый способ добычи. Рассмотрены три варианта конструкции заборной части шнекового насоса. Приведены полученные формулы для расчета объемов демпферных зон. В статье изложены результаты сравнительных характеристик демпферных зон различных конструкций заборных частей шнековых насосов. Установлено, что для получения сапропелей следует применять шнек в форме сверла, поскольку сапропелевая масса не отражается от заборной части насоса. В результате проведенных экспериментов представлены

графики зависимости производительности шнекового насоса от формы заборной части. Установлено, что при низких оборотах шнекового насоса можно использовать винты со срезанными конусами или цилиндрические. При использовании высокооборотных винтов лучшими показателями лучшими показателями характеризуются винты, которые имеют в заборной части форму конуса. Очевидно, что при работе на высоких оборотах винты со срезанными конусами частично отражают сапропелевыми массу при небольших значениях подпора грунта. Этот процесс через малый объем демпферной зоны. Винты с полными конусами, как при низких, так и при высоких оборотах, плавно захватывают сапропелевыми массу.

Ключевые слова: сапропель, шнековый насос, демпферная зона, экология.

Bodak V., Bodak M. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF VARIOUS FORMS OF INTAKE PARTS OF SCREW PUMPS

To increase fertility of soils, it is necessary to make a large amount of organic fertilizers, the stocks of which are not enough. The source of organic fertilizers in Volhynia is the purification of freshwater reservoirs from sapropels – organic bottom sediments. The article analyzes the methods of obtaining sapropels, which are used in lakes of the Volyn region. From the standpoint of ecology, the safest method of extraction is recognized. Three variants of the design of the assembled part of the screw pump are considered. The formulas obtained for calculating the volume of damping zones are given. The article presents the results of comparative characteristics of damping zones of various designs of assembled parts of screw pumps. It is established that for the production of sapropel, a screw in the form of a drill should be used, since the sapropel mass does not affect the sampling part of the pump. As a result of the experiments, graphs of the dependence of the screw pump performance on the shape of the pick-up part are presented. It is established that at low revolutions of a screw pump it is possible to use screws with cut cones or cylindrical ones. When using high-turning screws the best indicators are characterized by better screws, which have a cone shape in the catchment. It is obvious that when working at high speed screws with cut cones partly reflect the sapropel mass at small values of the support of the soil. This process occurs due to the small volume of the damping zone. Screws with full cones, both at low and at high revolutions, gently grab the sapropel mass.

Keywords: sapropel, screw pump, damper zone, ecology.

© Бодак В. І., Бодак М. В.

Статтю прийнято
до редакції 24.11.17.