

УДК 621-192

МОБИЛЬНЫЙ ЗЕМЛЕСОС ДЛЯ ОЧИСТКИ МАЛЫХ РЕК И ВОДОЕМОВ

Никитаев Игорь Владимирович¹, кандидат технических наук, доцент
e-mail: inikitaev@bk.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность использования мобильного землесоса для очистки малых рек и водоемов. Для управления механизмами подъема и опускания пульпопровода, управлением свайным оборудованием и поворотом мобильного землесоса предлагается использовать гидравлический привод с двумя гидроцилиндрами для подъема и опускания свай, гидроцилиндра подъема и опускания грунтозаборной установки и пластинчатого поворотного гидродвигателя рулевого управления, который моделируется в модуле Simulink – программе из пакета MATLAB, предназначенном для моделирования динамических процессов. Погрузка на платформу и выгрузка с платформы происходит посредством лебедки, расположенной на грузовом автомобиле.

Ключевые слова: мобильный землесос; гидропривод; механический рыхлитель грунта; сваи для перемещения землесоса; механический рыхлитель грунта.

MOBILE DRIGER FOR CLEANING SMALL RIVERS AND RESERVOIRS

Nikitaev Igor Vladimirovich¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
e-mail: inikitaev@bk.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This article discusses the possibility of using a mobile dredger to clean small rivers and reservoirs. To control the mechanisms for raising and lowering the slurry pipeline, controlling the pile equipment and turning the mobile dredger, it is proposed to use a hydraulic drive with two hydraulic cylinders for raising and lowering the piles, a hydraulic cylinder for raising and lowering the soil intake unit and a plate rotary steering hydraulic motor, which is modeled in the Simulink module is a program from the package MATLAB, designed for modeling dynamic processes. Loading onto the platform and unloading from the platform occurs via a winch located on the truck.

Keywords: mobile dredger; hydraulic drive; mechanical soil ripper; piles for moving the dredger; mechanical soil ripper.

Хозяйственные водоёмы в результате индустриализации и длительного функционирования экологически грязных технологий, в результате наносов и зарастания водной растительностью в настоящее время заполнены донными отложениями в недопустимо больших объёмах.

Такие водоёмы утратили свою роль как источника чистой воды и мест для отдыха и их нужно очищать. Многие водоёмы можно рассматривать как «умершие водоёмы» или имеющие «чрезвычайную экологическую обстановку». Они перестали быть источником чистой воды и местом для отдыха, и требуют очистки [1]. Многие из них можно охарактеризовать как «мертвые водоемы» или имеющие «критическую экологическую ситуацию». По данным специалистов, в настоящее время в России их насчитывается более 2,5 миллионов. Следует отметить, что малые реки составляют значительную часть среднего объема речного стока: от 10 до 85% в различных регионах или около 50% в среднем по стране. В настоящее время малые реки, в первую очередь в Приволжском федеральном округе, находятся в катастрофическом состоянии ввиду их заиливания и зарастания растительностью. Большое количество рек находится на грани исчезновения. В одном только Борском округе насчитывается 20 рек различной протяженности, не считая озер, численность которых составляет более 50. Большинство из них требуют дноуглубления и очистки от различного рода растительности.

Стоит отметить, что большинство водоемов имеют небольшие площади, поэтому для их очистки необходимо использовать мобильные малогабаритные очистные установки, которые возможно оперативно перемещать между водоемами и внутри них. Для этих целей предлагается использовать мобильный землесос, который предусматривает его подъем и перемещение транспортным средством с регулируемой плавучестью. Землесос по замыслу автора должен позволять произвести и подводные, и надводные гидромониторные работы. Землесос должен иметь малые габариты и относительно небольшую массу для того, чтобы была возможность его перемещения от одного водоема до другого. Само транспортное средство необходимо оборудовать лебедкой, позволяющей спускать на воду землесос и вытягивать его с воды на берег.

Ведущим предприятием в Нижегородской области является ООО «Сапропель». Для восстановления источников чистой воды и мест отдыха компания «Сапропель» применяет мелиоративные земснаряды, при этом в технологии выполнения работ в последние годы используется укладка грунта в специальные геотекстильные контейнеры. Однако землесосы нижегородской компании не лишены недостатков, один из которых – недостаточная мобильность. При переезде с одного водоема на другой землесосы приходится монтировать из блоков, что требует использования различного вида подъемно-транспортных машин и значительных затрат времени и человеческих ресурсов.

В проектируемом мобильном землесосе планируется использовать механический рыхлитель грунта, предложенный в свое время Арефьевым Н.Н. [2].

Для управления механизмами подъема и опускания пульпопровода, управлением свайным оборудованием и поворотом мобильного землесоса предлагается использовать гидравлический привод [3].

На рисунке 1 показана принципиальная гидравлическая схема базовой модели механизма подъема сваи мобильного землесоса, которая моделируется в модуле «Simulink» – программе из пакета MATLAB. В данной модели режим движения жидкости – ламинарный. Дроссель с отверстием переменной площади для узла поршень/цилиндр моделируется переменной подачей q_{12} , которая приводит к промежуточному давлению p_2 . Величина этого давления падает ввиду возникновения при движении жидкости линейных и местных сопротивлений. Поршень под действием пружины с давлением p_3 перемещается на расстояние x [4].

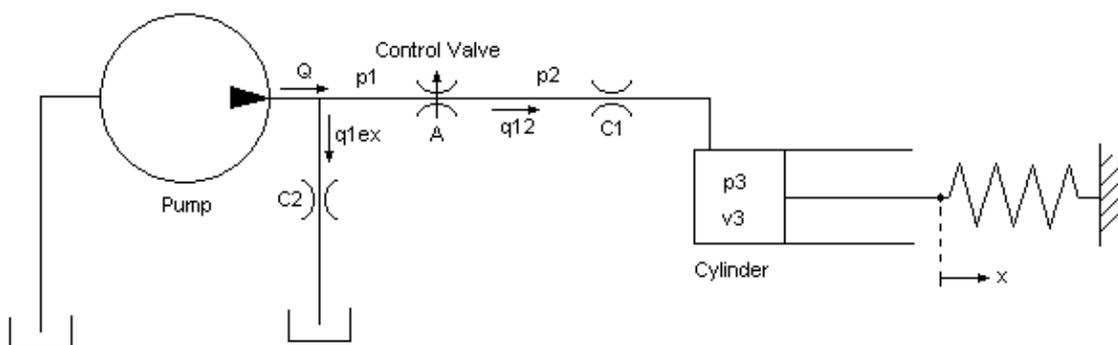


Рисунок 1 – Принципиальная схема базовой гидравлической системы

На выходе насоса поток разделяется между утечкой и поступлением к регулирующему клапану. Мы моделируем утечку, q_{lex} как ламинарный поток.

$$Q = q_{12} + q_{lex} \quad (1)$$

$$q_{lex} = C_2 p_1 \quad (2)$$

$$p_1 = \frac{(Q - q_{12})}{C_2} \quad (3)$$

Q = pump flou

q_{12} = leakage

C_2 = flou coefficient

p_1 = pump pressure

Модель насоса вычисляет давление подачи в зависимости от расхода насоса и нагрузки (выходного) расхода (рисунок 2). Q_{pump} – данные о расходе насоса (сохраняются в рабочей области модели). Матрица с векторами столбцов временных точек и соответствующих скоростей потока $[T, Q]$ определяет данные о расходе. Модель рассчитывает давление p_1 , как указано в блоке уравнений 1. Поскольку $Q_{out} = q_{12}$ это прямая функция p_1 (через регулирующий клапан), формируется алгебраический цикл. Оценка начального значения p_{10} позволяет получить более эффективное решение.

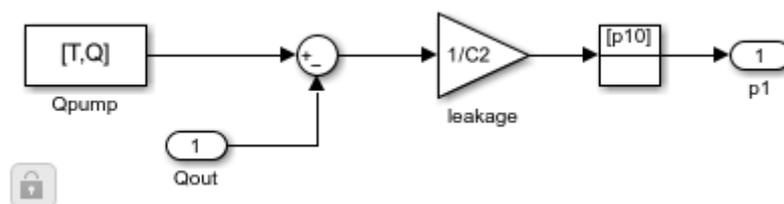


Рисунок 2 – Насосная подсистема

Аналогичным образом моделируются гидравлические системы механизмы подъема и опускания пульпопровода и поворотом мобильного землесоса.

Большинство гидроприводов мобильных машин характеризуются короткими участками трубопроводов, редко превышающими 5 метров, и относительно невысокой скоростью реагирования гидроаппаратуры. Рабочее давление обычно составляет 20 МПа, но может достигать 30 МПа в некоторых случаях. Согласно специальным исследованиям, для описания динамических процессов в трубопроводах с жидкостью подходит математическая модель с концентрированными параметрами на входе (i) и выходе (j).

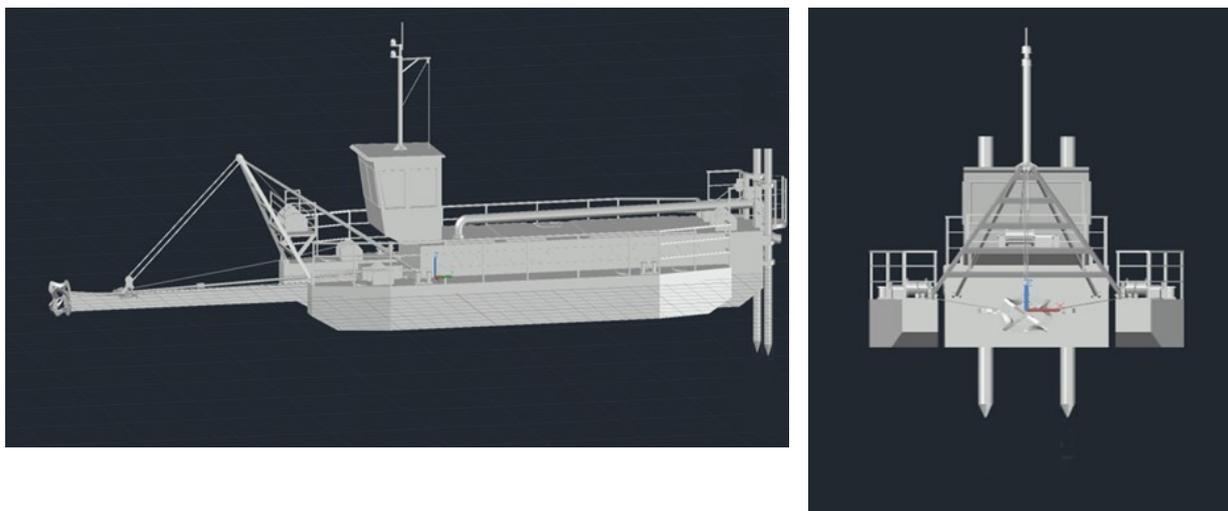


Рисунок 3 – 3D модель мобильного землесоса (вид сбоку и с кормовой части)

На первом этапе проектирования мобильного землесоса была выполнена его 3D модель в программе «Компас-3D» (рисунок 3), на которой размещены сваи для перемещения землесоса, грунтопровод, механический рыхлитель, гидравлический механизм подъема и опускания грунтопровода и рулевое управление.

Погрузка на платформу и выгрузка с платформы землесоса в водоем осуществляется только ознакомленными с правилами безопасности и особенностями водоема людьми (во избежание несчастных случаев). При выгрузке грузовая платформа (рисунок 4) погружается в воду (рисунок 5) на необходимое расстояние, в баллон с воздухом закачивается вода (регулируется плавучесть), страховые самозатягивающиеся стропы ослабляются и отщелкиваются непосредственно Багермейстером либо любым иным лицом по его приказу, с электромагнитов снимается напряжение (тележка отстегивается), тележку подтягивают лебедкой и откачивают воду с баллонов (плавучесть восстанавливается), после этого грузовая платформа полностью вытягивается на берег, либо остается на месте. На этом процесс спуска землесоса завершен.

При погрузке баллоны с воздухом заполняются водой (регулируется плавучесть), мобильный земснаряд подгоняют под предполагаемое место нахождения тележки (база), с баллонов сливается вода (восстанавливается плавучесть), в случае необходимости грузовая платформа подгоняется под мобильный земснаряд за пропиленовые плавучие канаты, на электромагниты подается напряжение (грузовая платформа пристегивается), Багермейстер либо любое иное лицо по его приказу пристегивает земснаряд к грузовой платформе самозатягивающимися страховыми стропам, после фиксации земснаряда грузовую платформу вытягивают лебедкой на берег и отходят к другому водному объекту. На этом установка мобильного землесоса на тележку завершается.

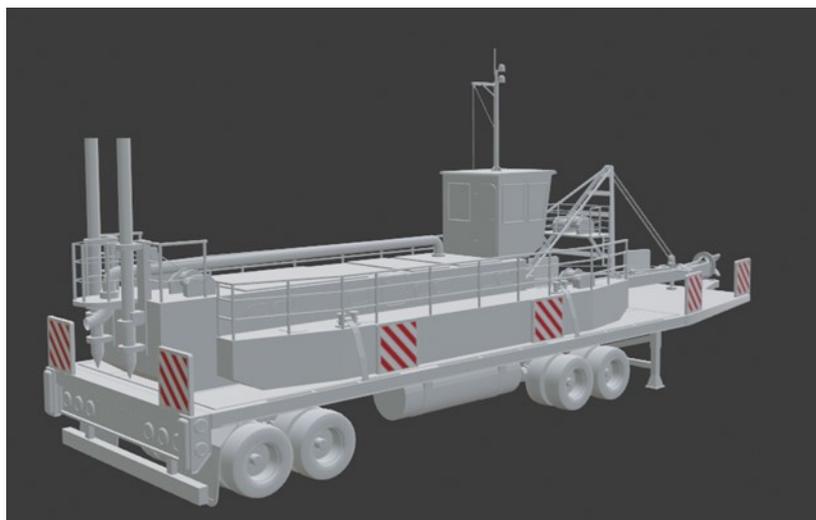


Рисунок 4 – 3D модель землесоса, установленного на грузовую тележку

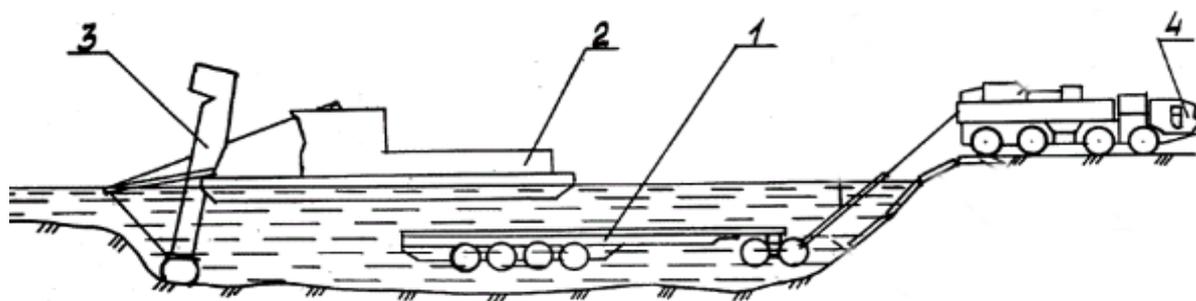


Рисунок 5 – Схема к перемещению землесоса с суши на водоем
1 – тележка; 2 – землесос; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – тягач

Мобильный землесос возможно использовать при гидромеханизации при намыве строительных площадок, грунтовых сооружений, пляжей [5].

Выводы: Земснаряд обладает способностью эффективно удалять и перевозить иловые осадки, песок и мусор с дна водоема при помощи специального грунтового насоса. Захваченные загрязнения перемещаются вместе с водой по трубопроводной системе на специальные баржи или иловые карты. При учете всех факторов, включая стоимость судна, его металлоемкость, потребность в обслуживающем персонале, расход топлива и смазочных материалов, операционные издержки, транспортные расходы на перевозку материалов с одного места на другое, с экономической точки зрения и учитывая производительность по объему обработанного грунта, ни один из доступных земснарядов не может сравниться с малогабаритными моделями.

Список литературы:

1. «Инновационное проектирование и создание технических средств для расчистки и восстановления экологически неблагополучных водных объектов»: монография. / А.В. Согин — Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021. — 133 с.; с ил.; ISBN 978-5-91326-633-0.

2. Патент на полезную модель № 182160 U1 Российская Федерация, МПК E02F 3/88. грунтозаборное устройство землесосного снаряда : № 2018119560 : заявл. 28.05.2018 : опубл. 06.08.2018 / Н. Н. Арефьев. – EDN IDIQCR.

3. Гордлеева, И. Ю. Обзор импортозамещения на рынке хаусботов и предложение по выбору силового агрегата с применением гидроприводов / И.Ю. Гордлеева, С.Д. Гордлеев, И. В. Никитаев // Научные проблемы водного транспорта. – 2021. – № 68. – С. 40 – 58. – DOI 10.37890/jwt.v68.212. – EDN QPAEDQ.

4. Мазанов, Р.Р. Расчет элементов гидравлической установки / Р. Р. Мазанов // Известия Дагестанского ГАУ. — 2021. — № 11. — С. 37-42. — ISSN 2686-7591. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/317888> (дата обращения: 05.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. «Гидромеханизация при намыве строительных площадок, грунтовых сооружений, пляжей» / А.В. Согин, И.А. Согин, К.А. Битюрин. – Нижний Новгород: ННГУ (Арзамасский фил.), 2013. – 267 с. : ил., табл., цв. ил.; ISBN 978-5-86517-544-5

