

УДК 629.113

А.В. Согин, В. Н. Худяков, В.А. Шапкин

## ВЛИЯНИЕ РАДИУСА БАЗОВОГО ЦИЛИНДРА ШНЕКОВОГО РЫХЛИТЕЛЯ НА ПРОЦЕСС ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ

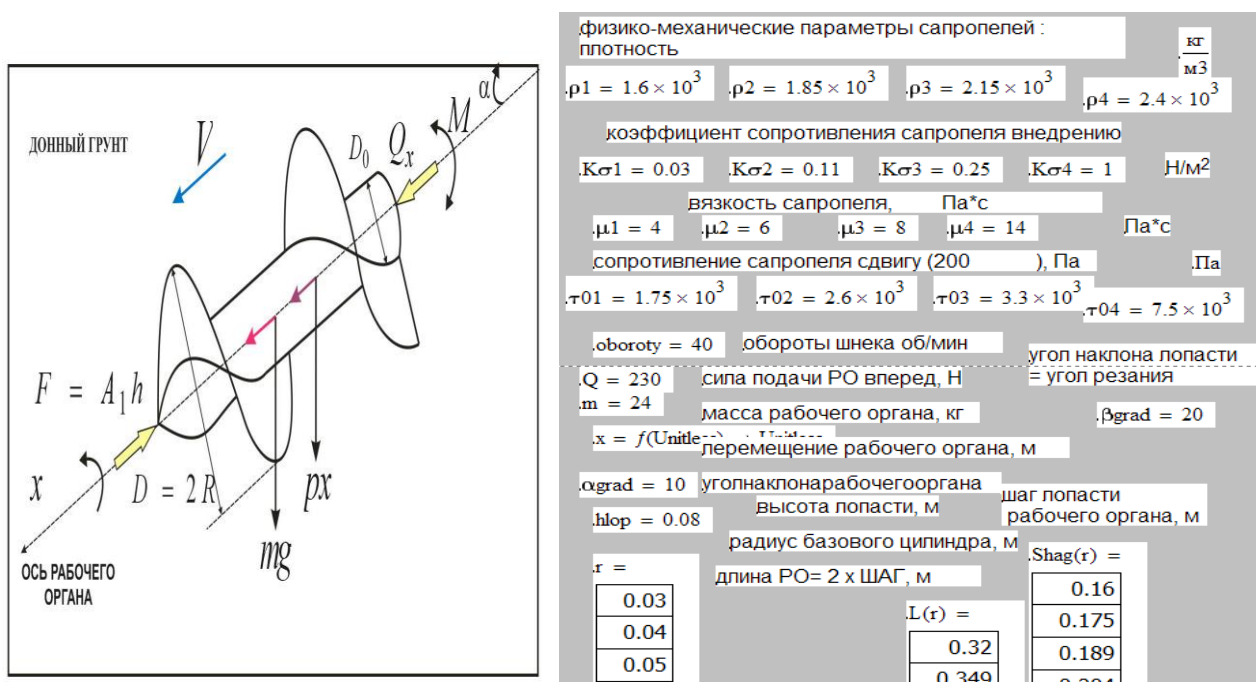
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Приведены зависимости скорости перемещения сапропеля по шнеку, момента сопротивления на шнеке, массовой производительности шнекового рабочего органа, объемной производительности шнекового рабочего органа от радиуса базового цилиндра шнекового рыхлителя, построенные в моделирующей программе *MathCAD*.

Получены результаты моделирования процесса перемещения сапропеля шнековым рабочим органом, подтверждающие адекватность разработанных моделей.

*Ключевые слова:* сапропель, шнековый рабочий орган, момент сопротивления, массовая производительность, объемная производительность, радиус базового цилиндра.

При очистке малых водоемов и для разработки донных отложений важным является выбор рабочего органа с рациональными конструктивными параметрами [1]. Для определения параметров применяемого при добыче сапропелей шнекового рабочего органа была построена его математическая модель [3].



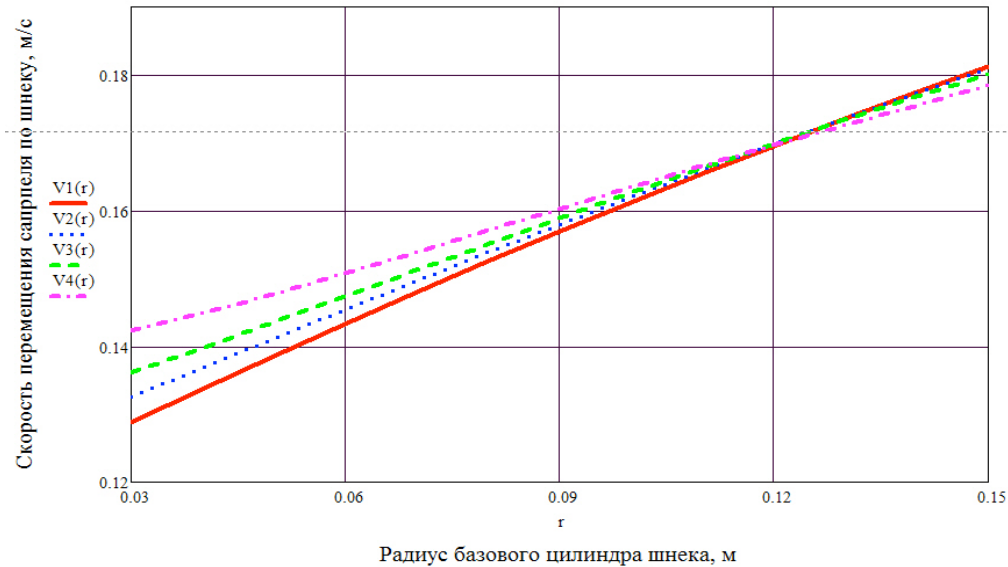
**Рис. 1** Схема сил, действующих на шнековый рабочий орган при взаимодействии с донными отложениями, и исходные данные для математического моделирования

Зависимости скорости перемещения сапропеля по шнеку и момента сопротивления на шнеке от радиуса базового цилиндра шнекового рыхлителя установлены ранее и изложены в работе [2]. На базе программного пакета *MathCAD* построены математические модели взаимодействия шнека со средой - сапропелевыми отложениями (приведены на рис. 2 и рис. 3). Схема действующих на шнековый рабочий орган сил и исходные данные для математического моделирования (параметры шнека и среды) показаны на рис. 1.

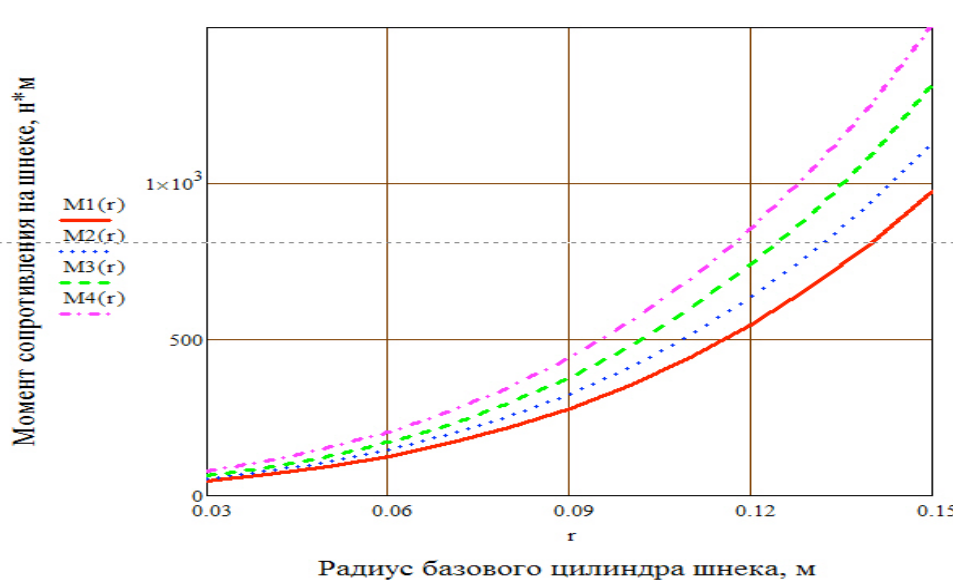
При больших диаметрах происходит интенсивный рост момента сопротивления на шнеке.

При увеличении радиуса шнека на 50% - от 6 до 9 см момент сопротивления возрастает тоже на 50%, а при увеличении на 25% от 12 до 15 см момент возрастает уже на 83%.

Поэтому при больших диаметрах потребуется значительное увеличение мощности на привод.



**Рис. 2. Зависимость скорости перемещения сапропеля по шнеку от радиуса базового цилиндра шнека**

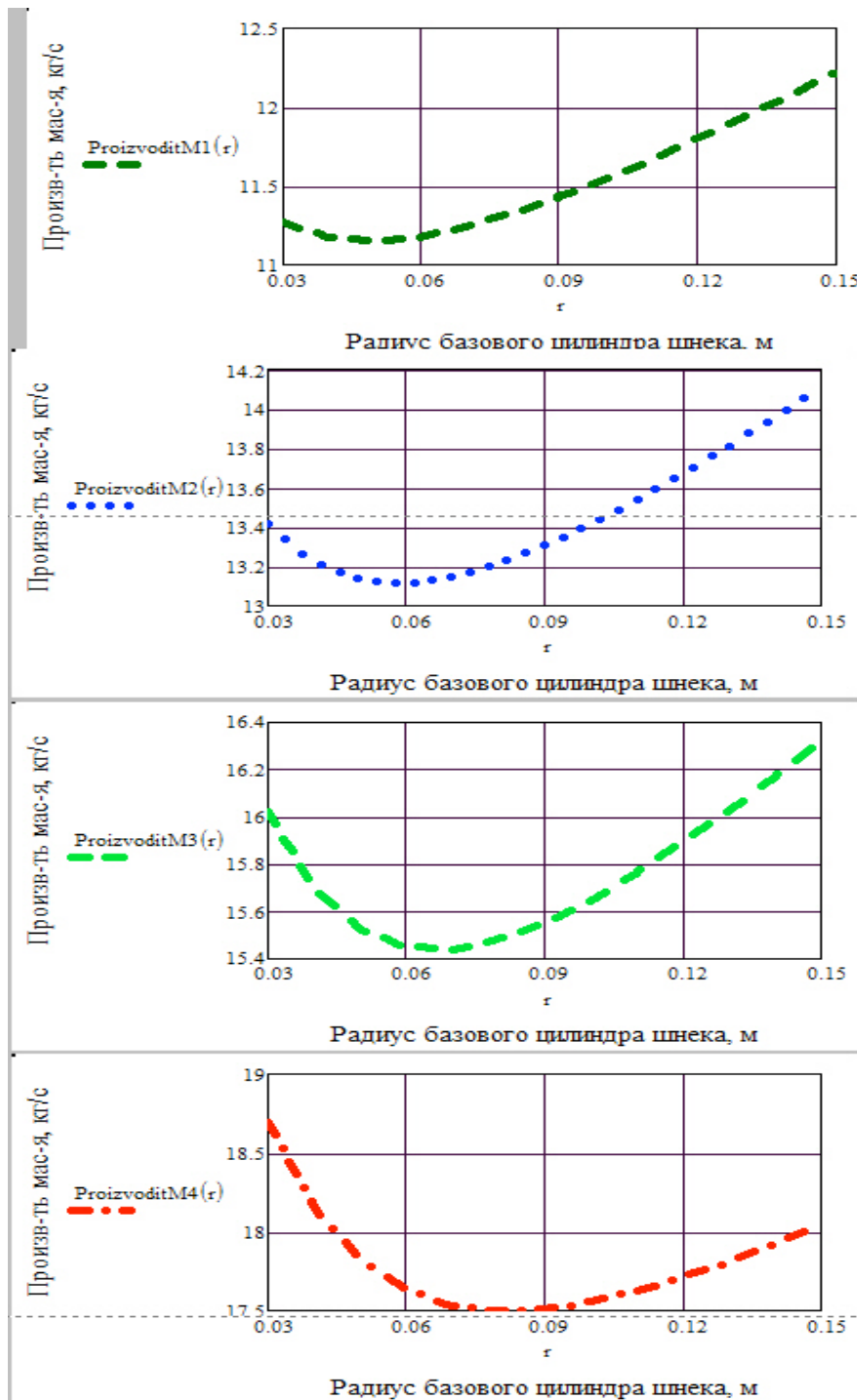


**Рис. 3 Зависимость момента сопротивления на шнеке от радиуса базового цилиндра шнека**

На рис. 4 и 5 приведены зависимости массовой производительности шнекового рабочего органа и объемной производительности шнекового рабочего органа от радиуса базового цилиндра шнекового рыхлителя, построенные в моделирующей программе *MathCAD*.

На разных типах донных отложений зависимость массовой производительности шнекового рабочего органа от радиуса базового цилиндра имеет четко выраженный минимум.

По мере увеличения плотности сапропелевых отложений минимум массовой производительности шнекового рабочего органа приходится на больший диаметр шнека.

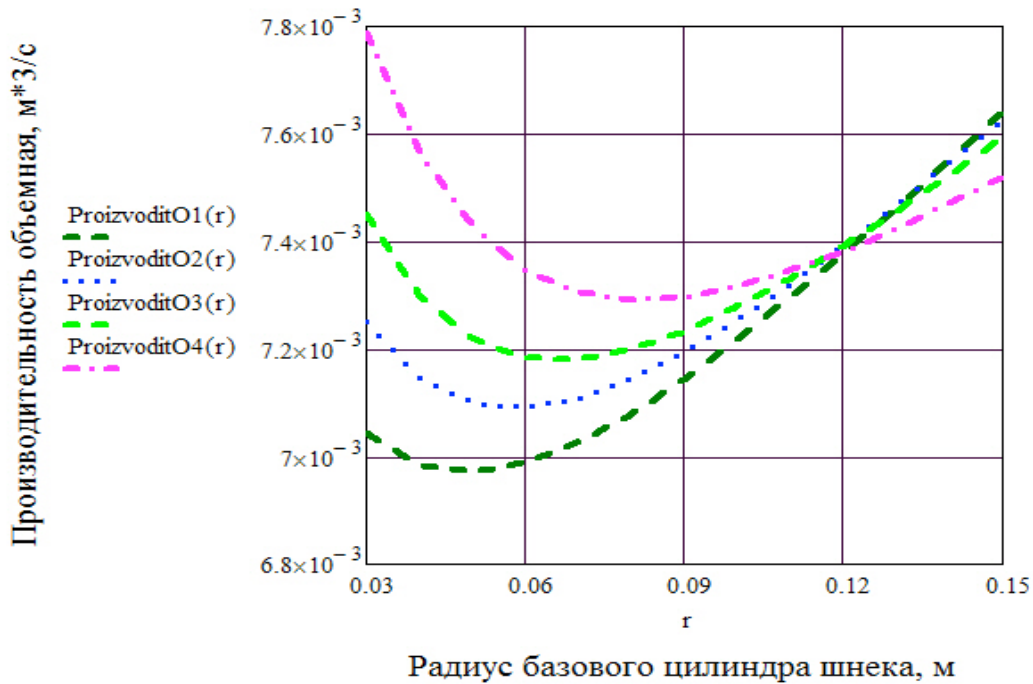


**Рис. 4. Зависимость массовой производительности шнекового рабочего органа от радиуса базового цилиндра для 4х типов сапропелей**

Поэтому для жидких сапропелей можно рекомендовать диаметр шнека больше 12 см, в то время как для самых плотных сапропелей диаметр шнека необходимо выбирать больше 24 см.

При диаметре шнека 24 см массовая производительность шнекового рабочего органа (с выбранными геометрическими и кинематическими параметрами) совпадает для всех четырех типов сапропелевых отложений.

При увеличении диаметра более 24 см интенсивнее всего растет массовая производительность шнекового рабочего органа на самых жидких сапропелях (с наименьшей плотностью).



**Рис. 5** Зависимость объемной производительности шнекового рабочего органа от радиуса базового цилиндра для 4-х типов сапропелей

Поэтому массовая производительность шнекового рабочего органа на самых жидких сапропелях сильнее всего зависит от диаметра.

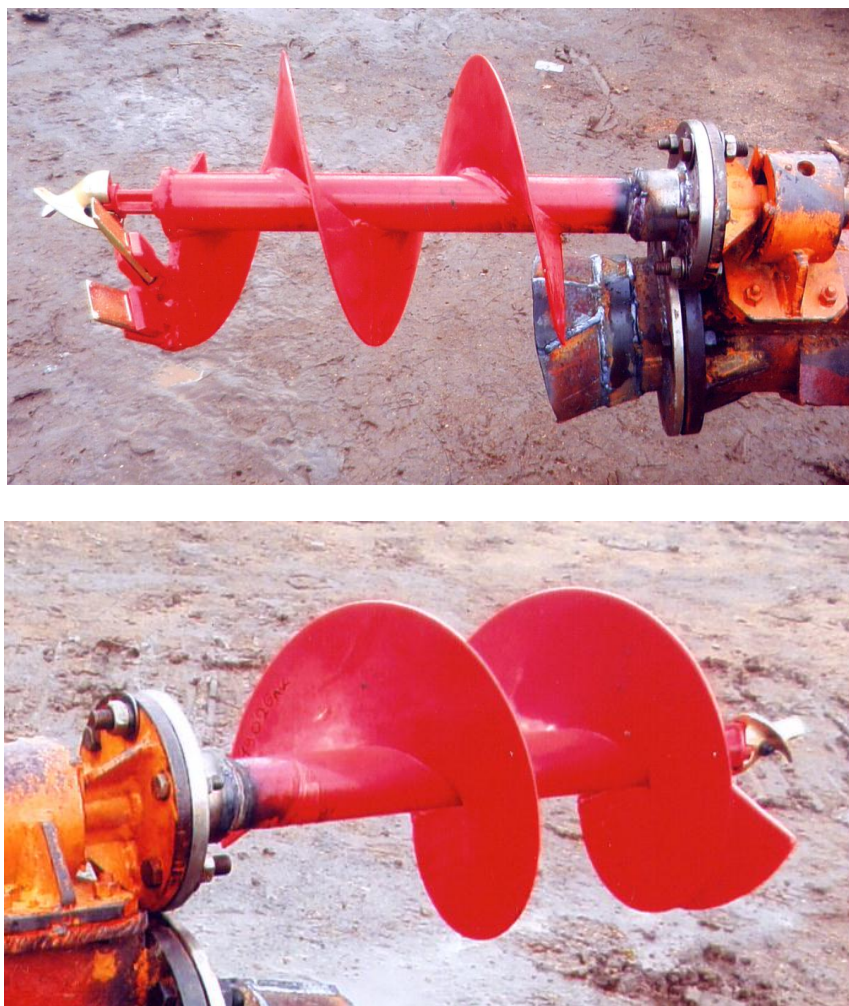
Результаты моделирования процесса перемещения сапропеля шнековым рабочим органом, приведенные на рис. 2–5, подтверждают адекватность разработанных моделей и принятых допущений.

В 2012–2013 годах были проведены экспериментальные исследования с шнековым рабочим органом оригинальной конструкции А.В. Согина (рис. 6) [4]. Экспериментальные исследования проводились на трех типах донных отложений (сапропелей) в водоемах Нижегородской области (в Выксунском, Арзамасском и Дзержинском районах). Предварительный анализ результатов показал удовлетворительную сходимость данных математического и натурального моделирования.

Так же решалась задача исследований – установить аналитические зависимости между прочностными характеристиками вязкопластичного донного сапропелевого отложения и динамикой торможения в нем гравитационного зонда. Свойства сапропелей определяют непосредственно по ускорению (торможению) внедрения сферического зонда в условиях естественного состояния окружающей среды – действительного гидродинамического сопротивления и гидростатического давления. При этом нет необходимости в предварительном исследовании сапропелевого отложения, сравнении ударных импульсов перегрузок деформатора или использования установленных заранее расчетных коэффициентов.

В ходе испытаний определены физико-механические характеристики различных типов донных осадков и отработана методика гравитационного зондирования грунтов.

Натурные испытания донных отложений проводили с понтона, на котором устанавливали регистрирующую аппаратуру, подключенную кабелем к береговой однофазной сети переменного тока напряжением 220 В. Понтон буксировали к месту исследования и после его установки сбрасывали гравитационный зонд с заданной высоты на дно. При этом непрерывно регистрировали ускорение движения зонда до его полной остановки в донном сапропелевом массиве.



**Рис. 6. Шнековый рабочий орган для разработки донных грунтов**

Проведено 127 опробований донных сапропелевых отложений мелководного полигона. Для контроля характеристик донных сапропелевых отложений, полученных гравитационным зондом в условиях естественного залегания, отобраны пробы условно ненарушенной структуры, которые затем исследовали стандартными методами в лабораторных условиях. Вязкость донных сапропелевых отложений определяли ротационным вискозиметром *Pheotest* – 2, сцепление - устройством вращательного среза при помощи цилиндрической крыльчатки. Эти же образцы донных сапропелевых отложений использовали для экспериментального определения сопротивления их разработке на экспериментальном геотехническом модуле.

#### **Библиографический список**

1. **Согин, И.А.** Очистка водоемов и русел малых рек с помощью отечественных технических средств. / И.А. Согин, В.И. Сметанин, А.В. Согин // Академический бизнес-журнал «Экономические стратегии». 2010. №7-8. С. 88–91.
2. **Согин, И.А.** Результаты численного анализа математической модели взаимодействия шнекового рабочего органа с донными отложениями // Проблемы транспортных и технологических комплексов: сб. статей III Международной научно-практической конференции; НГТУ. – Н.Новгород, 2012. С. 102–103.
3. **Согин, И.А.** Система сил, действующих на шнековый рабочий орган / И.А. Согин, В.А. Шапкин // Проблемы транспортных и технологических комплексов: сб. статей III Международной научно-практической конференции; НГТУ. – Н.Новгород, 2012. С. 101–102.

4. **Согин, И.А.** Поисковое проектирование машин и технологий для разработки подводных сапропелевых отложений для очистки водоемов / И.А. Согин, А.В. Согин // Проблемы транспортных и технологических комплексов: сб. статей III Международной научно-практической конференции; НГТУ. – Н.Новгород, 2012. С. 77–86.

*Дата поступления  
в редакцию 30.11.2013*

**I.A. Sogin, V.N. Khudyakov, V.A. Shapkin**

## **INFLUENCE OF RADIUS OF THE SCREW BASIC CYLINDER OF THE RIPPER ON PROCESS OF ITS INTERACTION WITH GROUND DEPOSITS**

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev

**Purpose:** to receive the results of modeling the process of sapropel movement by screw working body.

**Design/methodology/approach:** the choice of working body with rational design data is very important for cleaning small reservoirs and developing ground sediments. For determination of the parameters of the screw working body, using at sapropel's spoil, the mathematical model was developed.

**Findings:** dependences between movement velocity of sapropel on the screw, resistance moment on the screw and the mass productivity of the screw working body, volume productivity of the screw working body from the radius of the basic cylinder of the screw ripper, constructed in the modeling MathCAD program are received.

**Research limitations/simplifications:** 127 approbations of ground sapropelic sediments of the shallow range are carried out. Viscosity of ground sapropelic deposits determined by the rotational Rheotest viscometer, coupling - the device of a rotary cut by means of a cylindrical krylchatka. The same models of ground sapropelic deposits used for experimental determination of resistance to their development on the experimental geotechnical module.

**Originality/value:** Results of modeling of process of movement of sapropel confirm with screw working body adequacy of the developed models and the accepted assumptions.

*Key words:* sapropel, screw rotor, resistance moment, mass productivity, volume productivity, radius of the basic cylinder.