

CALCULATION OF PARAMETERS OF TECHNICAL DEVICES FOR SINKERS SALVAGE

Eruslanova P.A.¹, Kuznetsova Yu.A.² (Russian Federation)
Email: Eruslanova582@scientifictext.ru

¹Eruslanova Polina Andreevna – Master's Degree Student;

²Kuznetsova Yulia Anatolyevna – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
CIVIL ENGINEERING AND WATER SUPPLY DEPARTMENT,
VOLGA STATE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
YOSHKAR-OLA

Abstract: devices for sinkers salvage, based on a system of air-filled shells, are considered. An algorithm for calculating geometric parameters of the shells is developed and automated in MathCad. To form the calculation algorithm, a system of differential equations was used that determine the shape of the shells. The automated calculation made it possible to determine the geometric parameters of the shells and illustrate them graphically. The diagram of the device for sinkers salvage is presented. The phases of the technological process of sinkers salvage have been developed.

Keywords: sinkers salvage, algorithm for calculating, air-filled shells, MathCad.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОДЪЕМА ТОПЛЯКА

Ерусланова П.А.¹, Кузнецова Ю.А.² (Российская Федерация)

¹Ерусланова Полина Андреевна – магистрант;

²Кузнецова Юлия Анатольевна – кандидат технических наук, доцент,
кафедра строительных конструкций и водоснабжения,
Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола

Аннотация: рассмотрены устройства для подъема топляка на основе системы воздушнонаполненных оболочек. Сформирован и автоматизирован в среде MathCad алгоритм расчета геометрических параметров оболочек. Для формирования алгоритма расчета использована система дифференциальных уравнений, определяющих форму оболочек. Автоматизированный расчет позволил определить геометрические параметры оболочек и проиллюстрировать их графически. Представлена схема устройства для подъема топляка. Разработаны фазы технологического процесса подъема топляка.

Ключевые слова: подъем топляка, алгоритм расчета, воздушнонаполненные оболочки, MathCad.

При строительстве гидростанций на реках Сибири работы по лесосводке и очистке лож водохранилищ не производились [3]. В итоге работы по сведению леса на гидротехнических объектах не были выполнены и миллионы кубометров древесины остались не сведенными.

В европейской части страны под затопление попали водоохранные леса, в частности, Чебоксарский гидроузел на Волге при формировании его водохранилища стал причиной потерь десяти тысяч гектаров подобных лесов. В этом случае погибла существенная доля деревьев на корню, а подготовленная к переработке срубленная древесина не была вывезена и затонула [4].

Следствием подобных процессов стали экологические нарушения состояния водных ресурсов в районах строительства гидроузлов. В настоящее время на поверхности водоемов находится большое количество древесного плавника, который, опускаясь на дно, образует массу топляка. В этой связи тема, связанная с исследованием сбора древесного плавника с акваторий верхних бьефов гидроузлов, носит актуальный характер.

Целью исследования является разработка средств сбора топляка на основе воздушнонаполненных оболочек.

Рассмотрены устройства для подъема на технологическое судно, снабженное системой воздушнонаполненных оболочек.

На рисунке (рис. 1) показана схема устройства для подъема топляка с помощью компрессора, расположенного на технологическом судне.

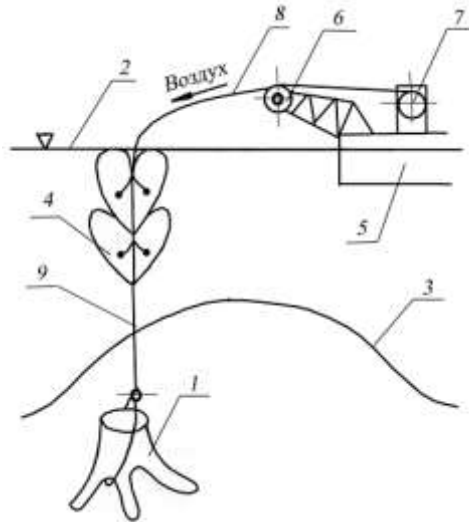


Рис. 1. Схема устройства для подъема топляка

В этом варианте применения системы воздушнонаполненных оболочек 4 при подъеме топляка 1, погруженного под свободную поверхность водоема 2, на дно 3 погружаются оболочки 4 без заполнения воздухом. На технологическом судне 5, оснащеном кран-балкой 6, установлен компрессор 7. Канат с уложенным вдоль него воздушным шлангом 8 присоединен к оболочкам 4. Шланги обеспечивают подачу воздуха к каждой из оболочек.

Для подъема топляк 1 водолазом закрепляется за конец короткого каната 9, идущего от системы воздушнонаполненных оболочек 4. При включении компрессора 7 оболочки 4 наполняются воздухом и всплывают, поднимая топляк 1 к поверхности.

Совокупное действие системы воздушнонаполненных оболочек позволяет увеличивать и регулировать подъемную силу, относительная стоимость таких оболочек, выполненных из современных композитных материалов, позволяет существенно увеличить срок службы подобных средств подъема топляка и транспорта древесного плавника [1].

Фазы технологического процесса подъема топляка.

1. Закрепление нижнего свободного конца каната за поднимаемый объект водолазами-аквалангистами с помощью замка-утки.

2. Присоединение к верхнему концу каната воздушнонаполненных оболочек.

3. Наполнение оболочек воздухом посредством шланга от компрессора, расположенного на технологическом судне.

4. После всплытия оболочек на поверхность акватории и отделения топляка от дна осуществляется транспортировка к берегу для извлечения из воды.

Для формирования алгоритма расчета использована система дифференциальных уравнений, определяющих форму оболочек [1].

Результирующая система уравнений равновесия:

$$\begin{cases} -T \sin(\alpha) + Pds \cos\left(\alpha - \frac{d\alpha}{2}\right) + T \sin(\alpha - d\alpha) = 0; \\ T \cos(\alpha) + Pds \sin\left(\alpha - \frac{d\alpha}{2}\right) - T \cos(\alpha - d\alpha) = 0. \end{cases}$$

где T – усилие в оболочке; α , $d\alpha$ – угол и его дифференциал; P – давление на оболочку; ds – длина конечного элемента оболочки.

В результате подстановок и сокращения можно получить уравнение оболочки $\frac{P}{T} = \frac{d\alpha}{ds}$.

Из второго исходного уравнения следует система:

$$\begin{cases} dx = ds \sin(\alpha); \\ dy = ds \cos(\alpha); \\ d\alpha = \frac{P}{T} ds. \end{cases}$$

Ниже приводится решение системы приведенных дифференциальных уравнений в MathCad [2].

Дано:

$$\frac{d}{ds} x = \sin(\alpha) \quad \text{первое уравнение системы}$$

$$\frac{d}{ds} y = \cos(\alpha) \quad \text{второе уравнение системы}$$

$$\frac{d}{ds} \alpha = \frac{P}{T} \quad \text{третье уравнение системы}$$

$$x(0) = 0 \quad \text{начальное значение абсциссы}$$

$$y(0) = 0 \quad \text{начальное значение ординаты}$$

$$\alpha(0) = \frac{\pi}{6} \quad \text{начальное значение угла}$$

Вводим в качестве необходимого параметра конечную точку интервала решения:

$$S := 2 \cdot \pi \quad P := 80 \quad T := 100$$

Given

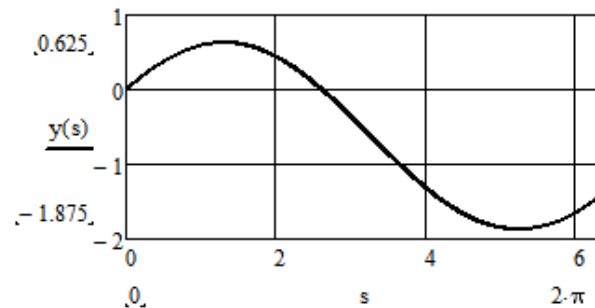
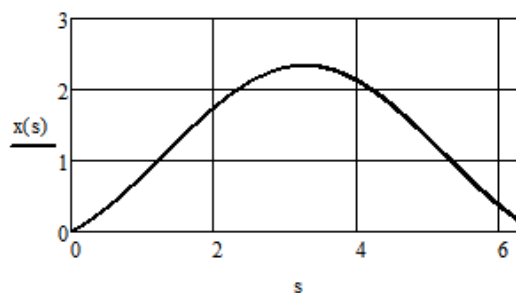
$$\frac{d}{ds} x(s) = \sin(\alpha(s)) \quad x(0) = 0$$

$$\frac{d}{ds} y(s) = \cos(\alpha(s)) \quad y(0) = 0$$

$$\frac{d}{ds} \alpha(s) = \frac{P}{T} \quad \alpha(0) = \frac{\pi}{6}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ \alpha \end{pmatrix} := \text{Odesolve} \left[\begin{pmatrix} x \\ y \\ \alpha \end{pmatrix}, s, S, 1 \times 10^3 \right]$$

$$s := 0, \frac{S}{1 \times 10^3} .. S$$



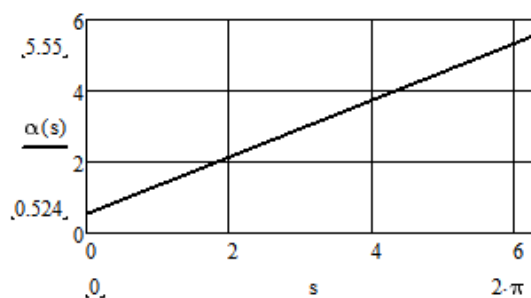


Рис. 2. Результаты расчета геометрических характеристик оболочек

Таким образом, рассмотрена схема устройства для подъема топлива с помощью компрессора, расположенного на технологическом судне, который обеспечивает работу системы воздушнонаполненных оболочек. Для формирования алгоритма расчета использована система дифференциальных уравнений, определяющих форму оболочек [1]. Система дифференциальных уравнений решена с помощью встроенных функций среды MathCad. В результате определены геометрические характеристики воздушнонаполняемых оболочек.

Список литературы / References

1. Потцов А.Н., Зинов И.А. Технология подъема длинномерных предметов большого водоизмещения со дна водоема с использованием тканевых цилиндрических воздушнонаполняемых оболочек // Интернет-журнал «Науковедение». Выпуск 6, 2013. 17 с.
2. Семенов М.Г. Математическое моделирование в MathCad. М.: Альтекс-А, 2003. 208 с.
3. Стафиевский А.В., Ромов Л.Я. Влияние Саяно-Шушенского гидроэнергетического комплекса на окружающую среду // Гидротехническое строительство, 1994. № 4. С. 3–4.
4. Царев Е.М. Экологические проблемы водохранилищ образовавшихся на лесных территориях // Лесной вестник. МГУЛ, 2003. № 3. 121 с.