

УДК 629.12.001

М.Г. Балашов, Э.В. Шевцова*Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: mbal@sevinter.net***УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СКОРОСТИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОДЫ СУДОВ И ПЛАВУЧИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ МОДЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Рассматриваются вопросы модернизации экспериментальной установки для измерения скорости и сопротивления воды движению моделей судов.

Постановка задачи. Модельные исследования ходкости судов в опытовых бассейнах связаны с определением сопротивления воды движению модели при соответствующей скорости и записи этих величин на самописцы, компьютеры и т.п.

Анализ известных исследований. Существующие опытовые бассейны (ОБ) бывают нескольких типов [1]. В 1872 г. в Торквее был построен ОБ, в котором модель перемещалась с помощью буксировочной тележки вдоль бассейна. Бассейны такого типа называются бассейнами Фруда. В начале XX в. появились бассейны, где буксировка модели осуществлялась тросовым приводом с падающим грузом, их называют гравитационными. В 30-х годах XX века появилась разновидность ОБ, в котором модель буксируется с помощью каретки перемещающейся по балке-монорельсу, смонтированному вдоль бассейна, они получили название монорельсовых. Замер расчетных величин осуществляется с помощью секундомеров, манометров, тахометров, спидометров.

Целью работы является модернизация существующей экспериментальной установки для замера, записи и обработки результатов эксперимента.

Основная часть. Малый опытовый гравитационный бассейн кафедры Океанотехники и кораблестроения СевНТУ представляет собой чашу, имеющую следующие характеристики: длина 10,0 м; ширина 3,0 м; высота борта 1,5 м. На рисунке 1 изображена схема бассейна.

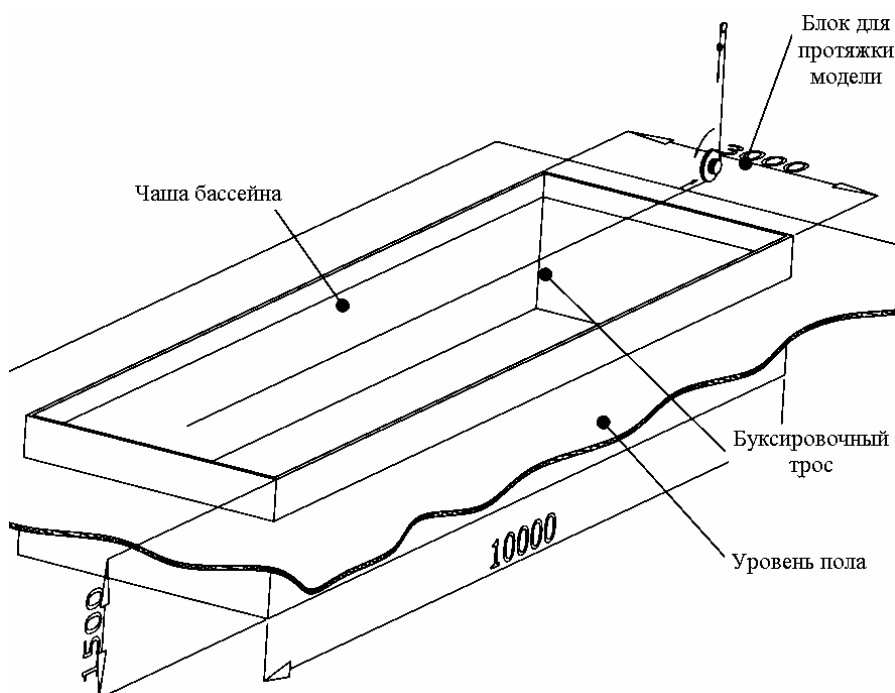


Рисунок 1 – Схема малого опытового бассейна гравитационного типа

Блок для протяжки модели представляет собой систему жестко скрепленных шкивов различных диаметров. Блок для намотки буксировочного троса имеет больший диаметр (314,2 мм). Блок для протяжки груза-противовеса – соответственно меньший диаметр (74,0 мм). Схема блока протяжки модели показана на рисунке 2.

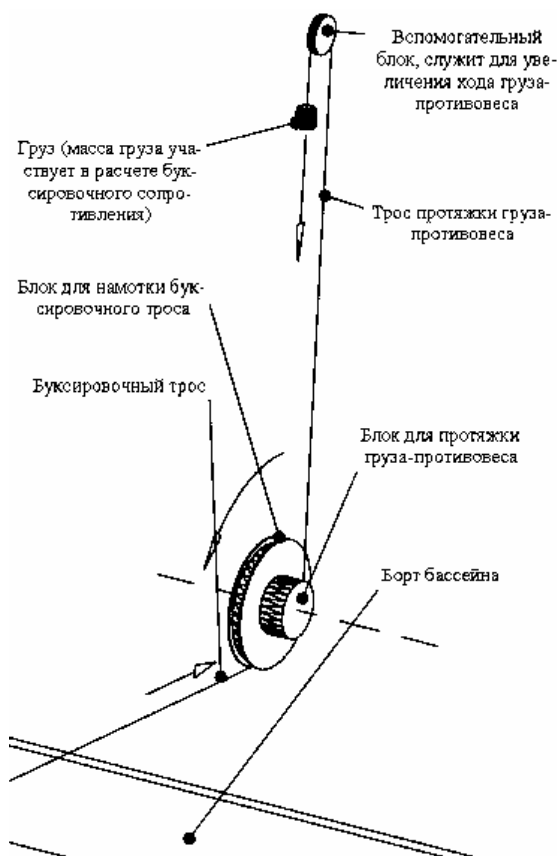


Рисунок 2 – Схема блока для протяжки модели

Разность диаметров блоков намотки буксировочного троса и протяжки груза обусловлена уменьшением хода груза с сохранением дистанции буксировки модели в чаше бассейна. Таким образом, при протяжке модели постоянным грузом образуется разность усилий, возникающих в точках приложения векторов сил (рисунок 3, а).

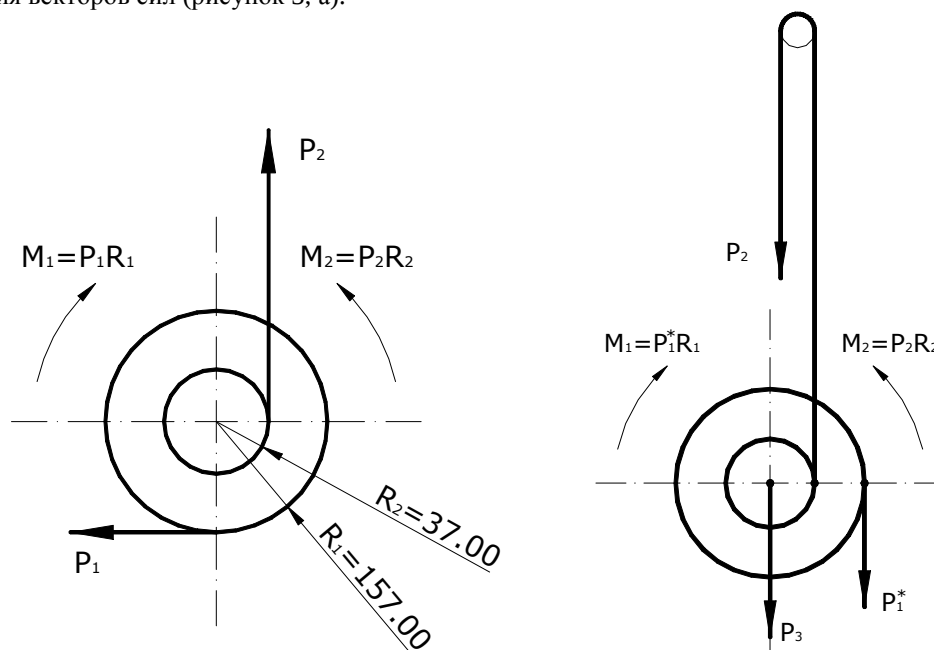


Рисунок 3 – Схема усилий, возникающих в блоке:
а) при протяжке модели; б) при определении потерь от трения

Согласно рисунку 3, а, P_1 определяет величину буксировочного сопротивления. В соответствии с условием равновесия системы ($M_1 = M_2$), величина P_1 определяется формулой

$$P_1 = \frac{P_2 R_2}{R_1} \quad \text{или} \quad m_1 = \frac{m_2 R_2}{R_1}, \quad (1)$$

где m_2 – масса подвешенного груза, кг.

При проведении экспериментов по определению сопротивления воды движению модели, во внимание также были приняты потери от трения в буксировочном устройстве. Основная часть механических потерь, зависящая от нагрузки, возникает в подшипнике ведущего вала.

Как следует из формулы (1), P_1 является величиной буксировочного сопротивления. Для учета потерь в буксировочном устройстве необходимо ввести поправку. Согласно [2] буксировочное сопротивление может быть определено по формуле

$$P_R = \left[\frac{P_2 R_2}{R_1} - \frac{f}{R_1} (P_2 + P_3) \right] = \left[\frac{m_2 R_2}{R_1} - \frac{f}{R_1} (m_2 + m_3) \right] \cdot g. \quad (2)$$

Здесь m_3 – масса буксировочного устройства (системы блоков), кг;

f – коэффициент трения качения (приведенное плечо нагрузки на подшипник), м.

Коэффициент трения качения определяется по формуле

$$f = \frac{m_2 R_2 - m_1^* R_1}{m_1^* + m_2 + m_3}, \quad (3)$$

где m_1^* – масса груза-противовеса, при определении потерь на трение в буксировочном устройстве, кг (рисунок 3, б).

Расчет коэффициентов трения качения для различных вариантов нагружения буксировочного устройства приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет коэффициентов трения качения в буксировочном устройстве

Масса подвешенного груза, г	Показания весов, г	Эквивалент массы на большом блоке	Пересчет массы, г	Масса буксировочного устройства, г	Коэффициент трения качения, мм	Буксировочное сопротивление, Н	Буксировочное сопротивление, с учетом поправки, Н
m_2		m_1^*	m_1	m_3	f	R	R'
100	1795	26	25	2040	-0,1847	0,2420	0,2549
200	1770	51	49	2040	-0,2182	0,4840	0,4999
300	1745	76	74	2040	-0,2483	0,7259	0,7449
400	1721	100	99	2040	-0,1575	0,9679	0,9805
500	1696	125	123	2040	-0,1876	1,2099	1,2255
600	1672	149	148	2040	-0,1076	1,4519	1,4612
700	1645	176	173	2040	-0,3429	1,6939	1,7246
800	1621	200	197	2040	-0,2632	1,9358	1,9603
900	1598	223	222	2040	-0,0948	2,1778	2,1869
1000	1570	251	247	2040	-0,3950	2,4198	2,4591
1366	1480	341	337	2040	-0,3245	3,3054	3,3416

При проведении модельных испытаний необходимо регистрировать действующие на модель силы и скорость перемещения буксируемой модели. Замер показаний (пройденный путь, время, скорость движения модели) производился при помощи фиксирования положения блока в определенный момент его осевого вращения (рисунок 4).

Принцип замера показаний основан на фиксировании времени (длительности) между замыканиями контактов электроцепи. Замыкание цепи происходит в момент прохождения источника магнитного поля вблизи геркона (геркон – реле, производящее замыкание контактов цепи при появлении внешнего магнитного поля). Источники магнитного поля (постоянные магниты с одинаковыми характеристиками) установлены на равноотстоящих угловых и линейных величинах относительно оси вращения блока. Запись и обработка показаний осуществляется с помощью ЭВМ, включенной в цепь геркона.

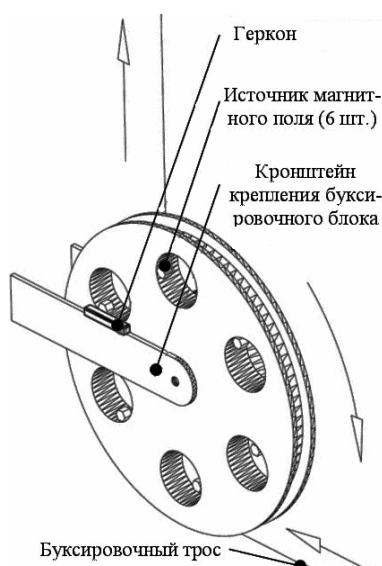


Рисунок 4 – Схема расположения устройств для замеров показаний на буксировочном блоке

Запись и обработка результатов осуществляется с помощью программного обеспечения, специально разработанного для проведения буксировочных испытаний в опытовом бассейне. Интерфейс программы изображен на рисунке 5.

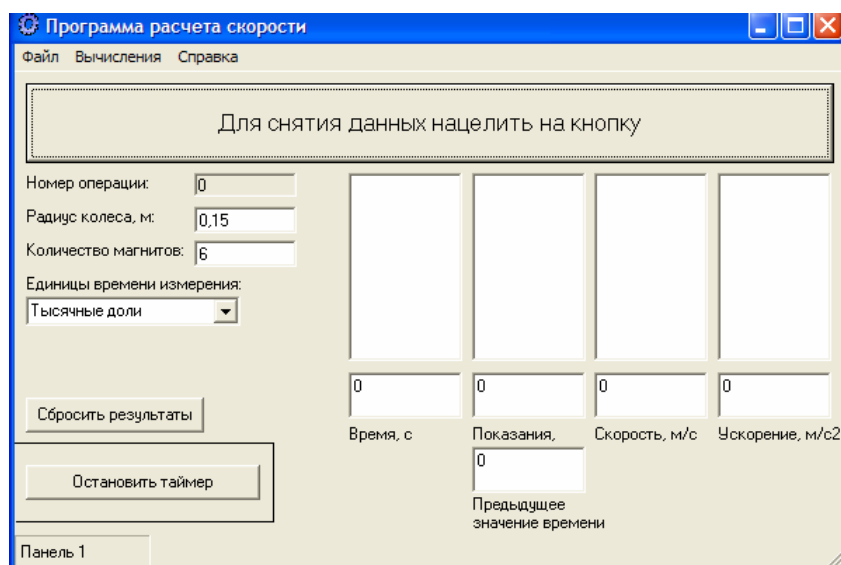


Рисунок 5 – Интерфейс программы для замера скорости движения модели

Выводы. Модернизация экспериментальной установки позволяет ускорить обработку модельных исследований мореходных качеств моделей судов и плавучих сооружений.

Перспективы дальнейших исследований. В дальнейшем предполагается оснастить установку электродвигателем и сопутствующим оборудованием для регулирования скорости протяжки и таким образом качественно повысить уровень исследований в опытовом бассейне.

Библиографический список

1. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля / Я.И. Войткунский, Р.Я. Першиц, И.А.Титов. — Л.: Судпромгиз, 1960. — 440 с.
2. Зиньковский-Горбатенко В.Г. Моделирование сопротивления судов в малом опытовом бассейне / В.Г. Зиньковский-Горбатенко, Г.Н. Грищенко // Вестник СевНТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2005. — Вып. 75. — С. 35–39.

Поступила в редакцию 25.07.2008 г.