

Из этого условия, зная коэффициент трения  $\mu$  и угол наклона форштевня судна  $\alpha$ , можно определить потребный угол уклона тормозных путей тележки.

Представленная схема взаимодействия тормозного каната и форштевня судна может быть уточнена с учетом фактических обводов судна и типа резины, принятой для оболочки каната. Усилия навала следует задавать в зависимости от принятой длины зоны безопасности перед воротами шлюза.

Так как тормозные тележки воспринимают как горизонтальные, так и вертикальные нагрузки, наклонные пути необходимо проектировать, используя лотковую форму фундамента.

УДК 629.55

### ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ КОРПУСОВ МЕЛКОСИДЯЩИХ БУКСИРНЫХ ТЕПЛОХОДОВ (МБТ) В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ЛОТКЕ

*В.А. Ключников<sup>1</sup>, И.В. Качанов<sup>1</sup>, С.А. Ленкевич<sup>1</sup>, А.П. Афанасьев<sup>2</sup>,  
И.М. Шаталов<sup>1</sup>, М.К. Щербакова<sup>1</sup>, В.С. Ковалевич<sup>1</sup>, Д.В. Ратинчук<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, <sup>2</sup>ОАО «Белсудопроект»*

При эксплуатации речных судов, например, буксирных теплоходов (МБТ) проекта 570 (или 730), на мелководных и извилистых участках рек возникают сложности с прохождением судами этих участков. На этих участках рек резко уменьшается величина пропульсивного комплекса МБТ, который является основной характеристикой эффективной эксплуатации судов, увеличивается сила сопротивления движению, резко падает тяга водометного двигателя, происходит присасывание судна к дну водотока (реки или канала).

Одной из составляющих силы сопротивления движению судна является сила трения, возникающая в пристеночном слое днищевой части судна и связанная с вязкостью воды. Уменьшить сопротивление трения можно за счет уменьшения смоченной поверхности корпуса судна, либо понижением вязкости воды, омывающей эту поверхность.

Одним из путей уменьшения смоченной поверхности является создание воздушной каверны в днищевой части судна (рисунок 1,а), представляющей из себя полость в днище судна, в которой с помощью нагнетателей поддерживается давления газа (чаще воздуха), изолирующего судно от воды.

Снижение вязкости воды в пристеночном слое можно получить за счет создания пузырьковой смазки путем ввода плотной пелены пузырьков под гладкое днище судна через специальные каналы или отверстия (рисунок 1,б).



Рисунок 1 – Конструкция днища корпуса 3D-модели МБТ:  
а – с каверной и трубчато-перфорированной подачей воздуха без скега;  
б – с блочно-пакетной подачей воздуха со скегами

Следует отметить, что у мелкоосидающих судов (МБТ) при определенных режимах движения возникает нежелательное явление – присасывание судна к дну, вследствие падения давления под днищевой частью. При создании воздушной каверны под днищевой частью судна это явление исчезает, т.к. при подаче воздуха возникает вертикальная подъемная сила, что исключает присасывание судна к дну водотока.

Для оценки величины силы сопротивления движению и подъемной силы при движении МБТ проекта 570 (или 730) в гидравлической лаборатории кафедры «ГЭСВТГ» БНТУ были проведены исследования 3D-моделей корпуса МБТ. Экспериментальная установка включала в себя гидродинамический лоток, программно-измерительный комплекс для регистрации усилий, 3D-модель корпуса судна с днищевой каверной и системой подачи воздуха.

В процессе проведения исследований выяснялся вопрос влияния параметров подачи воздуха в днищевую каверну на величину силы сопротивления движения судна и величину подъемной силы.

Анализ полученных результатов позволил установить положительный эффект от создания воздушной каверны в днищевой части 3D-модели корпуса МБТ. Снижение силы сопротивления достигало 57%, а увеличение подъемной силы – 36%. Полученный положительный эффект зависит от способа подачи воздуха и конструкции днища судна, а именно: конструкции днищевой части корпуса: со скегами и без скег; конструкции распределения воздуха: трубчатого или пакетного; направления подачи воздуха по отношению к набегающему потоку; скорости набегающего потока; давления воздуха, подаваемого в днищевую часть судна.

Наибольший эффект на 3D-модели корпуса проявляется для конструкции со скегами.

Наиболее эффективной системой подачи воздуха является трубчатая.

Оптимальное давление подачи воздуха в днищевую часть 3D-модели судна составило  $P = 0,02-0,04$  МПа. Дальнейшее увеличение давления не влияло на рост подъемной силы, а лишь приводило к росту силы гидравлического сопротивления движению.

УДК 620.92

## ПОТЕНЦИАЛ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

*А.Ю. Лаврик*

*Санкт-Петербургский горный университет*

**Введение.** Одним из наиболее актуальных стратегических направлений, стоящих перед Россией в настоящее время, является освоение Арктики [1]. Устойчивое развитие региона в полной мере соответствует национальным интересам страны: это огромные запасы полезных ископаемых – извлекаемые начальные ресурсы углеводородов в зоне РФ составляют более 87% углеводородных ресурсов России; богатые биологические и рекреационные ресурсы, Северный морской путь.

Освоение Арктики невозможно без создания соответствующей инфраструктуры, в том числе надежной и экономически эффективной системы энергоснабжения объектов: населенных пунктов, метеорологических и полярных станций, аппаратуры магистральных трубопроводов нефти и газа [2, 3]. Вместе с тем, электроснабжение автономных изолированных от ЕЭС потребителей осуществляется в настоящее время неэффективно: себестоимость электроэнергии в некоторых арктических регионах достигает 80–120 руб./кВт·ч [4]. Относительно новым направлением для российской Арктики, позволяющим частично решить эту проблему, является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности – энергии солнца и ветра.

В докладе освещаются основные аспекты использования в Арктической зоне России различных возобновляемых и нетрадиционных источников энергии. Более глубокая оценка произведена для наиболее часто используемых ВИЭ – энергии солнца и ветра. Отмечается, что потенциал использования солнечных и ветряных электростанций в Арктике достаточно велик [1, 2].

Для солнечных электростанций верны следующие аспекты:

- полярный день и полярная ночь. Это природное явление нельзя однозначно относить к недостаткам: так, за полярным кругом солнечные электростанции могут быть очень эффективны при использовании объекта в полевой сезон (геологоразведочные станции и т.п.), когда Солнце не заходит за горизонт;

- повышенный КПД: низкая температура модулей обеспечивает КПД, превышающий паспортную номинальную величину [5];

- значительная вариативность расположения: величина солнечной инсоляции не меняется на местности резко, в отличие от скорости ветра, зависящей от рельефа и окружающих объектов;