

9. Установлено, что применение овального поперечного сечения на поворотах нагнетательной трубы позволит реализовать технологию сепарации пульпы (ТСП) в реальных (натурных) условиях при напоре $H = 27$ м; подаче $Q = 0,38$ м³/с., при этом на реализацию ТСП необходима мощность насоса $N = 175,7$ кВт, а расход топлива для нормальной работы двигателя составит 27 л/час, что в 1,5 раза меньше чем на реализацию обычной схемы ТСП (с круглым поперечным сечением поворотного сепаратора пульпы).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жученко, В.А. Новая технология гидромеханизированной добычи и переработки грунтов / В.А. Жученко. – М.: «Стройиздат», 1973. – С. 206–215.
2. Карасик, В.М. Напорный гидротранспорт песчаных материалов / В.М. Карасик // Киев: Навукова Думка, 1966. – С.77–102.
3. Каталог продукции. ExportBY: Грунтовые насосы типа ГРАУ [Электронный ресурс] / Производитель ОАО «Бобруйскмашзавод», Бобруйск, 2016.
4. Способ и устройство для сепарации пульпы: пат. 21972 Республика Беларусь, МПК E 02F 3/88 / И.В. Качанов; А.А. Кособуцкий; А.П. Афанасьев; И.М. Шаталов; заявитель Белорусский национальный технический университет. – а 20160012; заявл. 13.01.2016.; опубл. 30.18.2017.
5. Силин, Н.А. Построение профиля осредненной продольной скорости во взвешенном потоке / Н.А. Силин // Гидротранспорт. – Киев «Навукова думка», С. 124–126.
6. Прозоров, И.В. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учеб. пособие для строит. Вузов / И.В. Прозоров, Г.И. Николадзе, А.В. Минаев. – М.: Высш. школа, 1991. – 448 с.

УДК 629.55

Д.В. Рапинчук, В.О. Андреев, А.С. Кишкевич

Научные руководители: В.А. Ключников; С.А. Ленкевич

Белорусский национальный технический университет

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ КОРПУСОВ МЕЛКОСИДЯЩИХ БУКСИРНЫХ ТЕПЛОХОДА (МБТ) В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ЛОТКЕ

Вода для корабля – родная стихия, но слишком вязкая. Суда могут иметь почти неограниченную грузоподъемность, несравнимую ни с каким другим

видом транспорта, но точно так же по скорости они практически всем видам уступают. Чтобы заставить судно двигаться быстрее, надо тратить много энергии, делать более прочный корпус.

При создании новых судов конструкторы всегда стремились обеспечить наибольшую экономичность хода, с целью меньшего потребления топлива, чем у судов предшественников [1].

Суда на воздушной каверне, скользящие на воздушной смазке, как раз и являются тем самым экономичным плавсредством [2].

Активное развитие судов на воздушной каверне началось относительно недавно, но успешные испытания в лабораторных условиях постепенно реализовались в концепцию воздушной каверны для создания полномасштабных речных судов [3].

Реализация явления воздушной каверны обусловлена определенной геометрией днища, выполненного в виде небольшого углубления. Благодаря системе подачи воздуха в углубление создается воздушная прослойка, которая выполняет роль воздушной смазки, снижая гидродинамическое сопротивление. Главным недостатком данного способа движения является то, что суда на воздушной каверне обладают невысокой мореходностью из-за тенденции к «смыванию» образовавшегося воздушного слоя [4]. Однако принцип воздушной каверны способен дать значительный экономический эффект при реализации его на речных судах различного назначения.

Воздушные каверны целесообразно применять для увеличения скорости полного хода при сохранении мощности двигателей. Кроме того, технология воздушной каверны позволяет не только увеличить скорость судна, но и снизить расход топлива как минимум на 15 процентов.

Необходимо подчеркнуть, что снижение потребной мощности главного двигателя при создании каверны обусловлено не только уменьшением гидродинамического сопротивления корпуса, но и повышением пропульсивного коэффициента за счет более высокого КПД винта (благодаря его меньшей нагрузке по упору) [5].

В перспективе идея уменьшения сопротивления способом применения воздушной каверны была бы особенно полезна для тихоходных грузовых судов, а также для буксирных теплоходов Белорусского речного флота, эксплуатация которых, особенно в летний период, характеризуется прохождением через многочисленные мелководные участки, формируемые на белорусских реках.

В связи с вышеизложенным на кафедре «ГЭСВТГ» БНТУ в рамках научно-исследовательского договора х/д 2241/18б была выполнена и внедрена в реальное производство и учебный процесс БНТУ работа по «Разработке

рекомендаций по повышению эффективности функционирования движительно-рулевых комплексов мелкосидящих буксирных теплоходов, эксплуатируемых на внутренних водных путях Республики Беларусь» с ОАО «Белсудопроект» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Объектом проведенных исследований являлись 3D модели корпуса буксирного теплохода с рецессом и различной системой подачи воздуха в воздушную каверну днища и без рецесса и подачи воздуха.

Предмет исследования – гидродинамические характеристики и силовое воздействие потока воды на 3D модели корпуса судна (буксирного теплохода) с рецессом и различной системой подачи воздуха в днище со скегами и без скег, и без рецесса и подачи воздуха.

Цель исследования – проанализировать, определить и сравнить основные гидродинамические характеристики и параметры силового воздействия потока воды на 3D модели корпуса судна с рецессом и различной системой подачи воздуха в воздушную каверну днища со скегами и без скег, и без рецесса и подачи воздуха.

При проведении исследований был разработан и сконструирован универсальный экспериментальный стенд на базе гидродинамического лотка кафедры «ГЭСВТГ» БНТУ для экспериментальных исследований 3D моделей корпуса буксирного теплохода с рецессом и различной системой подачи воздуха в воздушную каверну днища со скегами и без них, и без рецесса и подачи воздуха; разработана универсальная методика проведения экспериментальных гидродинамических исследований и проведены лабораторные исследования в гидродинамическом лотке 3D моделей корпуса судна (буксирного теплохода) с различными конструктивными элементами (корпуса с рецессом и различной системой подачи воздуха в воздушную каверну днища со скегами и без них, без рецесса и подачи воздуха).

Полученные результаты были подвергнуты компьютерному сбору и обработке, анализу и сравнению [6–7].

В результате проведения исследований было установлено, что воздушная каверна под днищем корпуса судна позволяет стабильно снизить гидравлическое сопротивление на 10–15 % по сравнению с корпусом судна без каверны; при этом во избежание проскакивания воздуха по боковой поверхности судна необходима установка боковых скег, высота которых зависит от величины расхода Q и давления p , подаваемого в каверну воздуха; величина снижения гидравлического сопротивления зависит от характеристик Q – p подаваемого в каверну воздуха; оптимальной системой подачи воздуха является трубчато-перфораторная, а наиболее простой в изготовлении –

блочно-пакетная. При создании воздушной каверны под днищем судна возникает дополнительная выталкивающая сила, которая исключает «присасывание» или «прилипание» днища судна к дну водотока (реки) на отметках или участках с минимальной глубиной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачев, Ю.Н. Как доступными средствами повысить энергоэффективность и экологическую безопасность речного флота / Ю.Н. Горбачев, А.С. Буянов, А.В. Сверчков. – Ж.: «Речной транспорт», № 6, 2014.
2. Пустошный, А.В. Экспериментальные исследования и проектные проработки по применению воздушных каверн на судах смешанного плавания / А.В. Пустошный, А.В. Сверчков, Ю.Н. Горбачев. – Труды «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова», вып. 69 (353), 2012.
3. Технология воздушной каверны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://korabley.net/> (дата обращения – 15.10.19).
4. Басин, А.М. Управление пограничным слоем судна. / А.М. Басин, А.И. Короткин, Л.Ф. Козлов. – Л-д: «Судостроение», 1968.
5. Монин, А.С. Статистическая гидромеханика: механика турбулентности. А.С. Монин, А.М. Яглов. – часть 1: М.: Наука, 1965. – 640 с.
6. Ferziger, J. Computational Methods for Fluid Dynamics. – Berlin: Springer, 2002. – 431 p.
7. Blazek, J. Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications. – Elsevier, 2001. – 440 p.

УДК 669:620.197

В.А. Денисов, М.А. Капуза, И.В. Чайчиц

Научные руководители: И.В. Качанов, И.М. Шаталов
Белорусский национальный технический университет

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ СУДОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ КОРРОЗИИ

Одним из направлений повышения производительности и улучшения условий труда при очистке корпусов судов от коррозии на предприятиях водного транспорта РБ является использование метода гидроабразивной очистки (ГАО). Процесс очистки состоит в эрозионном воздействии высокоскоростной водяной струи и твердых абразивных частиц на обрабатываемый материал, требующий больших затрат энергии. Вода при