

УДК 629.122

**Экспериментальные исследования сопротивления движению
барже-буксирных составов, работающих на внутренних водных путях
Республики Беларусь**

Качанов И. В., Ключников В. А., Ленкевич С. А.,
Шаталов И. М., Власов В. В., Щербакова М. К.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

На основании проведенных экспериментальных исследований определены силы сопротивления движению и подъемной силы, действующие на 3D-модели составов судов (барже-буксирных составов) с использованием воздушной и установлены оптимальные обводы носовой части и отношение L/B корпуса баржи в режимах буксировки и толкания при обратном движении.

Объект исследования – состав судов (барже-буксирный состав) в режиме буксировки и толкания.

Предмет исследования – сопротивление движению составов судов (барже-буксирных составов) с использованием воздушной каверны в режиме буксировки и толкания при обратном движении; обводы носовой части и отношение L/B корпуса баржи в режимах буксировки и толкания при обратном движении.

Цель исследования – экспериментальное определение сил сопротивления движению и подъемной силы, действующих на 3D-модели составов судов (барже-буксирных составов) с использованием воздушной каверны в режиме буксировки и толкания при обратном движении; оптимизация обводов носовой части и отношения L/B корпуса баржи в режимах буксировки и толкания при обратном движении. Для достижения цели разработаны и изготовлены компьютерные (цифровые) 3D-модели составов судов (барже-буксирных составов, включающего буксир-толкатель проекта 570 и баржа проекта 775) с воздушной каверной в виде пакетной и трубчатой подачи воздуха в масштабе 1:100, а также разработан и оборудован измерительный стенд на базе гидродинамического лотка, на котором отработана современная методика проведения экспериментальных исследований по определению сил сопротивления движению и подъемной силы при использовании воздушной каверны и по оптимизации обводов носовой части и отношения L/B корпуса баржи в режимах буксировки и толкания при обратном движении. Измерение силовых параметров (силы сопротивления движению и подъемной силы при обратном движении, действу-

ющих на 3D-модели составов) производились силоизмерительным комплексом (ПАК), который был оборудован тензодатчиками (КТУ-2) и цифровой записью (АЦП). Измерение осредненных скоростей в потоке обращенного движения производились гидрометрической вертушкой ГМЦМ (погрешность измерения ± 1 %). Подача воздуха в воздушную каверну осуществлялась компрессором марки ЕЛОАЕ-251-3. Регулирование подачи воздуха осуществлялось с помощью ресивера CFL-10 и регулятора давления (редуктора) типа БПО-15-3.

В результате выполненных экспериментальных исследований были определены величины сил сопротивления движению и подъемной силы, действующих на 3D-модели барже-буксирных составов с использованием воздушной каверны в режиме буксировки и толкания при обращенном движении, а также выбрана оптимальная форма обводов носовой части корпуса баржи и оптимальное отношение L/B его основных размерений.

Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что оптимальным и предпочтительным является режим толкания, причем при использовании под днищем баржи воздушной каверны при скорости потока воды $v = 0,19-0,25$ м/с сила сопротивления движению модели состава в режиме толкания и буксировки на 10–15 % меньше силы сопротивления движения состава без воздушной каверны. Сравнение режима толкания с режимом буксировки при использовании воздушной каверны показывает, что при толкании состава судов сила сопротивления движению на 5–10 % меньше, чем при буксировке. Причем при буксировке происходит постоянный срыв эффекта воздушной каверны. Использование воздушной каверны под днищем баржи оказывает существенное влияние на величину подъемной силы, действующей на состав. Общее значение подъемной силы неуклонно возрастает при увлечении давления подаваемого воздуха. Применение воздушной каверны позволяет увеличить подъемную силу на 30 % при скоростях обращенного движения $v = 0,21-0,23$ м/с. Однако, величина этой силы стабилизируется при давлениях подаваемого воздуха свыше 0,7 атм. или 0,07 МПа.

Анализ результатов экспериментальных исследований по оптимизации обводов носовой части и отношения L/B корпуса баржи в режимах буксировки и толкания при обращенном движении показал:

- наиболее оптимальной формой обводов в носовой части являются лекальные обводы с углом подъема батоксов к грузовой ватерлинии $\alpha = 25^\circ$, с килеватостью 5° , что позволяет снизить силу сопротивления движению на 16 % по сравнению с лекальными обводами, как на судне-прототипе;
- наиболее оптимальное соотношение основных размерений судна L/B должно варьироваться в пределах 4,7–5,0.