

может быть использована технология ГАО с применением бентонитовой глины, обеспечивающая наряду с очисткой, подготовку металлических поверхностей под покраску и формирование защитного пленочного покрытия с высокой адгезионной прочностью [3].

Из анализа проведенных испытаний было установлено, что в течении как минимум 8 часов после обработки металлическая поверхность сохраняла матовый цвет, очаги возникновения повторной коррозии отсутствовали.

Выводы:

1. Проанализированы основные способы очистки металлических поверхностей от коррозии, применяемые за рубежом и в Республике Беларусь.

2. Приведены результаты очистки гребного винта по технологии ГАО с применением бентонитовой глины.

Литература

1. Технология судостроения / В. Л. Александров [и др.]; под общ. ред. А. Д. Гармашева. – СПб.: Профессия, 2003. – 341 с.

2. Неверов, А. С. Коррозия и защита материалов: учеб. пособие / А. С. Неверов, Д. А. Родченко, М. И. Цырлин. – Мн.: Высшая школа, – 2007. – 221 с.

3. Филипчик, А. В. Технология струйной гидроабразивной очистки и защиты стальных изделий от коррозии с использованием в составе рабочей жидкости бентонитовой глины: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07 / Филипчик Алексей Вячеславович. – Мн., 2012. – 146 с.

УДК 629.55

Об использовании конической насадки в водометных движителях речных судов

Афанасьев А. П.¹, Кособуцкий А. А.², Ленкевич С. А.²

¹ОАО «Белсудопроект»

Гомель, Республика Беларусь;

²Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

В статье приводится краткое обоснование применения конической насадки в водометных движителях речных судов.

При эксплуатации речных судов, например, буксирных теплоходов проекта 570 и 730, на реках и каналах Республики Беларусь возникают

затруднительные ситуации при прохождении этими судами мелководных и извилистых участков рек. В этом случае возможно появление двух основных отрицательных эффектов при эксплуатации судна:

- посадка судна на дно реки на участке мелководья;
- достаточно резкое падение скорости движения на извилистых участках рек из-за отсутствия надлежащей тяги водометного двигателя.

В первом случае для устранения отрицательного эффекта можно использовать днищевую воздушную каверну. Во втором случае, для увеличения тяги водометного двигателя, предлагается использовать конически сходящуюся насадку (конфузор) 2, которую необходимо установить между водометной трубой с гребным винтом 1 и рулевым устройством 3 речного судна (рис. 1).

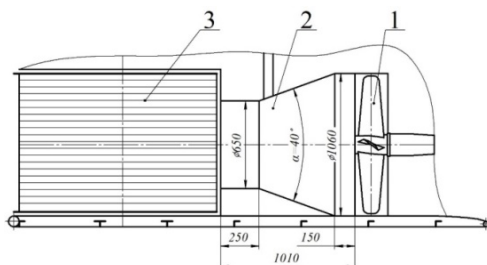


Рис. 1. Струеформирующий насадок между водометной трубой и рулем МБТ

При движении судна вода попадает на рабочее колесо (гребной винт), где ускоряется лопастями рабочего колеса.

Далее поток воды поступает в спрямляющий аппарат, где изменяет направление так, чтобы уменьшить потери энергии, вызванные закруткой потока на гребном винте. Затем поток воды поступает в сужающиеся сопло (конически сходящийся насадок), которое позволяет в 1,1–1,2 раза увеличить тягу водометного движителя.

Сужающееся сопло конфузора для увеличения тяги, может быть выполнено (по данным теоретических и лабораторных гидравлических исследований, проведенных на кафедре ГЭСВТГ БНТУ), с углом конусности в пределах $40\text{--}45^\circ$ (среднее значение $41\text{--}42^\circ$) [1].

Поток воды, проходя через такое сужающее сопло, плавно сжимается, увеличивая свою скорость более чем в 2 раза. При увеличении скорости движения потока воды попутно увеличивается количество движения и возникает импульс реактивной силы, направленный в сторону движения судна, который далее увеличивает тягу водометного движителя.

При использовании струеформирующего конфузора на гребном винте речного судна, например, буксира проекта 570 (или 730), входной диаметр предлагаемого конического насадка (конфузора) выполняется диаметром 1060 мм, выходной диаметр – 650 мм.

Тогда используя уравнение неразрывности и сплошности потока и теорему изменения количества движения, можно оценить порядок величины реактивной силы и степень увеличения тяги судна.

При установившемся движении воды через гребной винт, можно записать уравнения неразрывности и сплошности потока и изменения количества движения для конфузора в виде

$$Q_1 = Q_2 = Q = \text{const} \text{ или } v_1 S_1 = v_2 S_2 \\ m v_1 - m v_2 = \Delta R t$$

где v_1 и v_2 – средние скорости в начале и в конце конфузора; S_1 и S_2 – площади поперечного сечения в начале и в конце конфузора; Q_1 и Q_2 – объемный расход в конфузоре, равный $Q = \text{const}$; m – масса воды, проходящей через гребной винт и конфузор; $R \Delta t$ – импульс реактивной силы.

Решение системы этих уравнений позволяет оценить порядок величины реактивной силы и степень увеличения тяги буксирного теплохода проекта 570 (730). Для этого преобразуем уравнение изменения количества движения

$$m v_1 - m v_2 = R \Delta t$$

Учитывая, что $\frac{m}{\Delta t} = M$ – массовый расход воды, который можно выразить в виде

$$M = \rho Q,$$

это уравнение запишем следующим образом

$$\rho Q v_1 - \rho Q v_2 = R,$$

где R – реактивная сила, увеличивающая тягу судна; ρ – плотность воды.

Выразим скорость v_2 через v_1 , используя уравнение неразрывности

$$v_2 = v_1 \frac{\omega_1}{\omega_2} = v_1 \left(\frac{D}{d} \right)^2,$$

где D – больший диаметр конфузора; d – меньший диаметр конфузора.

В результате получим

$$v_2 = v_1 \left(\frac{106}{65} \right)^2 = v_1 \cdot 2,66$$

С учетом этого соотношения можно записать

$$\rho Q v_1 (1 - 2,66) = R, \quad R = -1,66 \rho Q v_1,$$

т.е. использование конически сужающегося насадка конфузора теоретически может увеличить тягу судна приблизительно на 60–70 %. Знак «–» говорит о том, что реактивная сила направлена в сторону движения судна, т.е. действует противоположно по отношению к струе, вытекающей из насадки конфузора.

Эксперимент, проведенный в гидравлическом лотке кафедры ГЭСВТГ, показал, что при использовании сопла с углом конусности $\alpha = 41\text{--}42^\circ$, тяга водометного двигателя примерно увеличивается на 15–20 % из-за механических, гидравлических и тепловых потерь при работе водометного двигателя.

Литература

1. Качанов, И. В. Расчет оптимального угла конусности, используемого для реверсивно-струйной очистки металлических поверхностей от коррозии / И. В. Качанов, И. М. Шаталов, А. Н. Жук, В. В. Верременюк, А. В. Филиппчик // Наука и техника. – 2019. – Т.18. – № 3.–С. 216 – 222.

УДК 629.55

Экспериментальные исследования 3D-моделей корпусов мелкосидящих судов в гидродинамическом лотке

Ключников В. А.¹, Ленкевич С. А.¹, Афанасьев А. П.², Кособуцкий А. А.¹

¹Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь;

²ОАО «Белсудопроект»

Гомель, Республика Беларусь

В статье приведены результаты лабораторных исследований 3D-моделей корпусов мелкосидящих буксирных теплоходов (МБТ) в гидродинамическом лотке. Даны рекомендации по снижению гидравлического сопротивления и увеличения подъемной силы при эксплуатации судов на мелководных участках рек и каналов Республики Беларусь.