

## К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНИЧЕСКОЙ НАСАДКИ В ВОДОМЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ МЕЛКОСИДЯЩИХ БУКСИРНЫХ ТЕПЛОХОДАХ (МБТ)

Афанасьев А.П.<sup>1</sup>, Качанов И.В.<sup>2</sup>, Кособуцкий А.А.<sup>2</sup>, Ленкевич С.А.<sup>2</sup>,  
Шаталов И.М.<sup>2</sup>, Щербакова М.К.<sup>2</sup>, Рапинчук Д.В.<sup>2</sup>

1) ОАО «Белсудопроект», г. Гомель, Республика Беларусь;

2) Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

При эксплуатации мелкосидящих 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 МБТ (рис. 1).

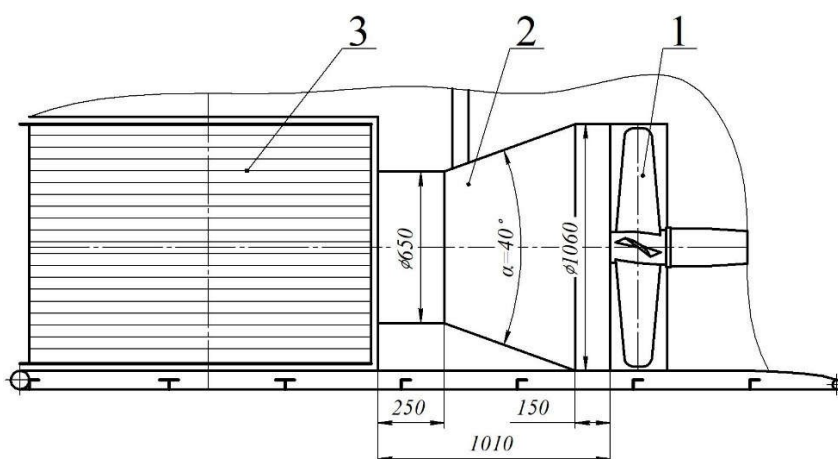


Рис. 1 – Струеформирующий насадок между водометной трубой и рулем МБТ

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 сужающийся сопло конически сходящийся насадок, который позволяет в 1,1–1,2 раза увеличить тягу водометного движителя.

Сужающееся сопло конфузора для увеличения тяги, может быть выполнено (на основании теоретических и гидравлических исследований, проведенных на кафедре ГЭСВТГ БНТУ), с углом конусности в пределах 39–43° (среднее значение 40–41°) [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 двигателя.

При использовании струеформирующего конфузора на гребном винте 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 (или импульса силы) можно оценить порядок величины реактивной силы и степень увеличения тяги судна.

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

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  $Q = const$  ;  
 $m$  – масса воды, проходящей через гребной винт и конфузор;  
 $R \Delta t$  – импульс реактивной силы.

Решение этих уравнений показало, что использования конически сужающегося насадка (конфузора), позволяет теоретически увеличить тягу водометного двигателя приблизительно на 60–70 %.

Эксперимент, проведенный в гидравлическом лотке кафедры ГЭСВТГ, показал, что при использовании сопла с углом конусности  $\alpha = 40–41^\circ$ , тяга водометного двигателя примерно увеличивается на 10–20% из-за механических, гидравлических и тепловых потерь при работе водометного двигателя.

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