

УДК 629.5.035.5

**О.М. Корнелюк,**викладач,
Херсонське
морехідне
училище
рибної
промисловості

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДВИЖИТЕЛЬНО- РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА СУДНА

О.М. Корнелюк. Опыт применения инновационных компьютерных технологий при проектировании движительно-рулевого комплекса судна. Обсуждаются способы оценки эффективности проектируемого гребного винта как одного из направлений совершенствования характеристик современных судов. Обоснована эффективность использования CFD-моделирования на основе 3D-модели гребного винта наряду с модельными экспериментами. Целью работы является исследование способов постановки проекта в CFD-пакете Flow Vision для моделирования работы гребного винта в свободной воде, оценка их эффективности.

О.М. Korneluk. Experience in the use of innovative computer technologies in the design of the propulsion vessel. The ways to evaluate the effectiveness of the designed propeller as one of the ways to improve the characteristics of modern ships are discussed. The efficiency of the use of CFD-modeling based on 3D-model of the propeller along with model experiments is substantiated. The aim is to study ways of raising project in CFD-Flow Vision for simulating the operation of the propeller in open water, to evaluate their effectiveness on the basis of comparison and verification of the results of numerical modeling and experiments.

Непрерывный рост цен на жидкое органическое топливо стимулирует актуальность и интенсификацию научных исследований, направленных на повышение пропульсивных характеристик транспортных судов [1].

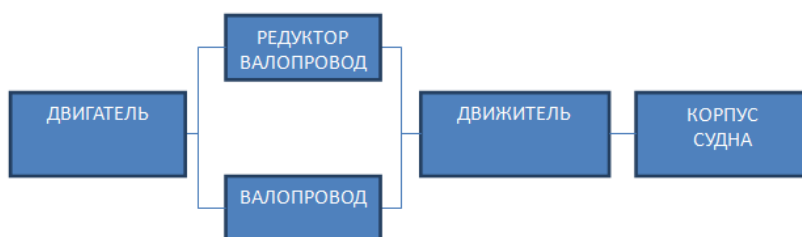


Рисунок. 1 – Состав движительного комплекса

Как известно, пропульсивный комплекс состоит: из источника энергии – главного двигателя; устройства передачи мощности – редуктора и/или валопровода; движителя и потребителя энергии – корпуса судна, изображенный на рис. 1. Поскольку все элементы этого комплекса работают совместно, процесс его проектирования должен носить системный характер. Тем не менее, можно с уверенностью сказать, что повышение коэффициента полезного действия двигателя и движителя, а также снижение сопротивления движению корпуса судна продолжают оставаться основными направлениями совершенствования рассматриваемого комплекса.

Гребной винт на сегодняшний день является классическим и наиболее используемым в судостроении представителем современных движителей. При проектировании гребного винта оценивается эффективность гребного винта в двух аспектах. Первый – это работа гребного винта в свободной воде. Второй – это работа гребного винта за корпусом судна в составе пропульсивного комплекса. Существует огромное количество серий гребных винтов, однако коэффициент полезного действия гребных винтов, работающих в составе пропульсивного комплекса даже на расчетном режиме, как правило, не превышает 60 – 65%. Следует учитывать также влияние корпуса судна на работу движительно-рулевого комплекса, которое так или иначе уменьшает конечное значение КПД. Поэтому повышение эффективности гребных винтов является задачей актуальной, которая к настоящему времени не получила оптимального решения.

Практически все задачи, решаемые на этапе проектирования судна и его движительно-рулевого комплекса связаны с проведением многочисленных экспериментов [4,5]. Только на основании результатов эксперимента можно оценить адекватность принимаемых решений. Проведение модельных экспериментов – это мероприятие достаточно дорогостоящее, требует создание исследуемой модели и наличия опытовой установки – будь то аэродинамическая труба или опытовый бассейн.

Сегодня на украинских предприятиях происходит внедрение CFD-пакетов программ, реализующих методы вычислительной гидродинамики. Это альтернативное и экономически эффективное средство моделирования реальных течений. В настоящее время вычислительная гидродинамика находится на такой стадии своего развития, когда её применение при решении определённого ряда задач проектирования судов наряду с теоретической и экспериментальной гидродинамикой позволяет сократить время и средства, затрачиваемые на проектирование, а также вывести этап проектирования на новый уровень.

В рамках исследований численные эксперименты проводились в среде CFD-пакета FlowVision. Одним из основных условий постановки проекта в среде CFD – пакета выступает наличие 3D-модели исследуемого объ-

екта. CAD система SolidWorks предназначена для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Работает в среде Microsoft Windows. В программном обеспечении решаемы такие задачи как 3D проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учётом специфики изготовления; создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ; промышленный дизайн и другие задачи.

Ниже на рисунке 2 представлены результаты создания трёхмерных моделей гребных винтов и корпуса судна в среде SolidWorks [8].

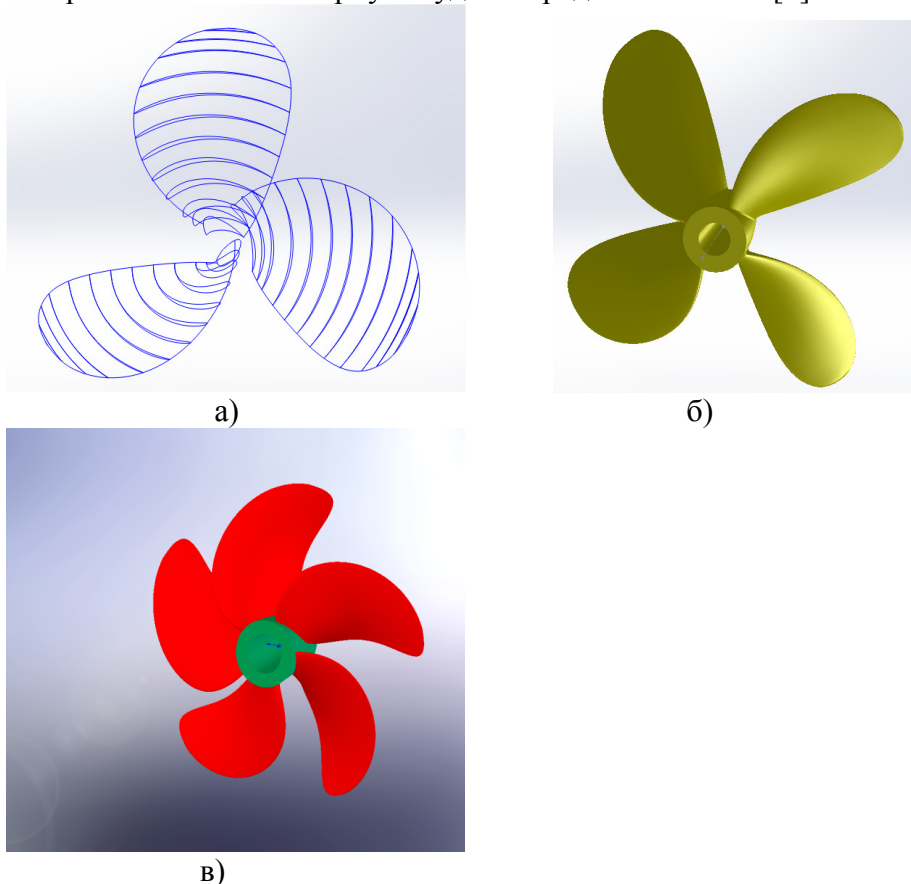
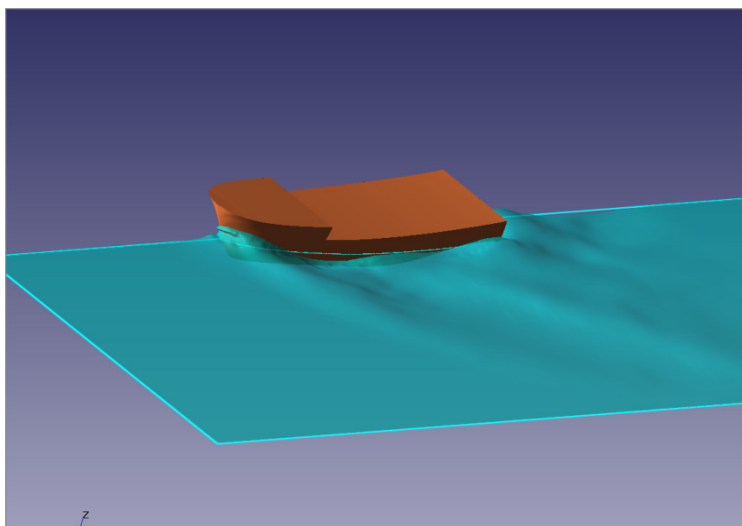
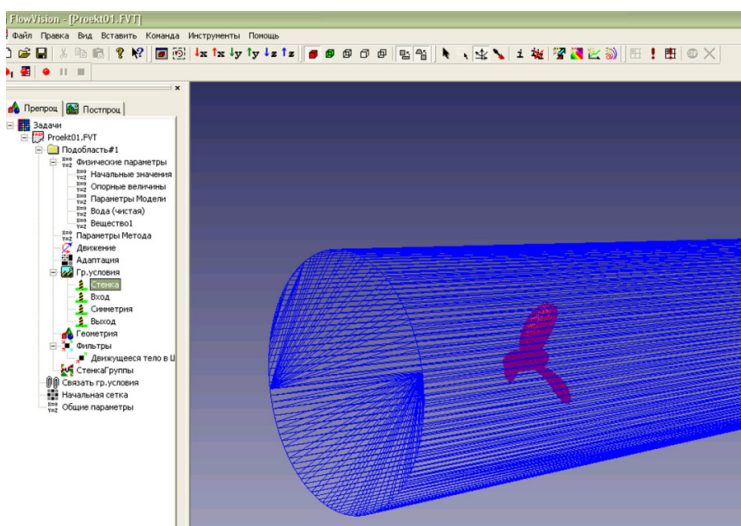


Рисунок 2 – 3D-модели, созданные в программе SolidWorks

Ниже на рисунке 3 представлена постановка проектов работы гребного винта в свободной воде и обтекания корпуса судна потоком воды в CFD-пакете FlowVision.



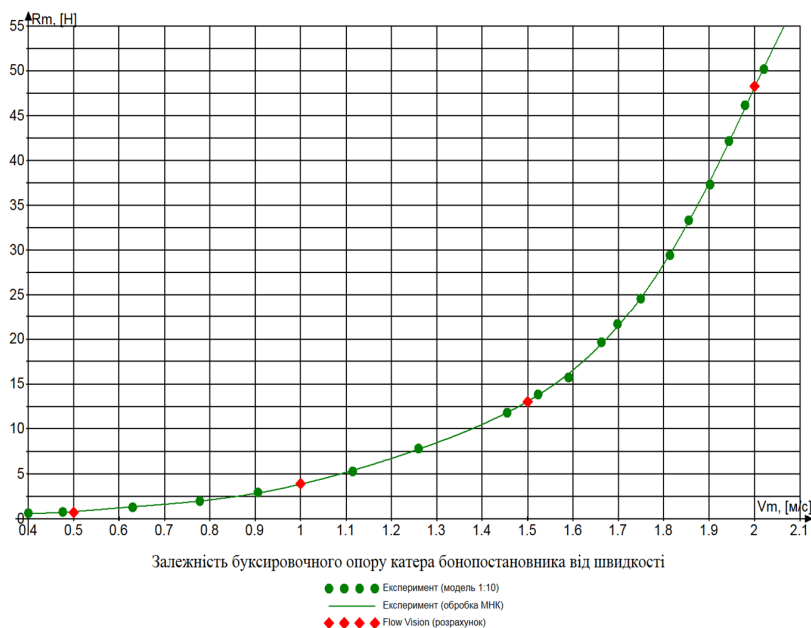
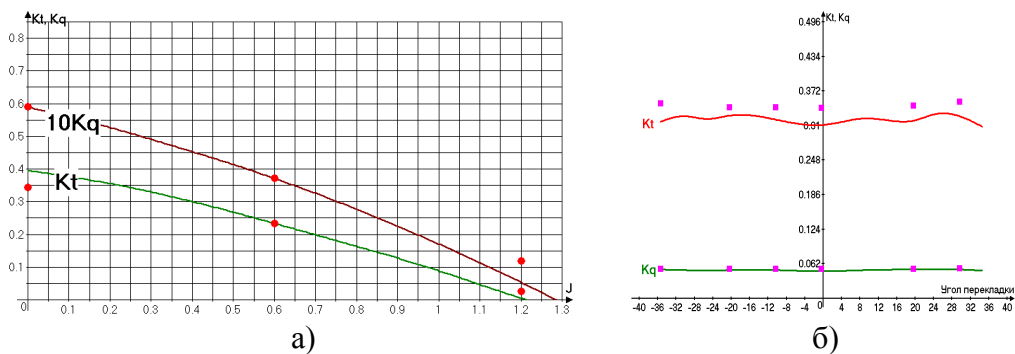
а)



б)

Рисунок 3 – Постановка проектов в CFD-пакете FlowVision

На рисунке 4а представлены кривые зависимости гидродинамических характеристик гребного винта от поступи. На рисунке 4б представлены кривые зависимости гидродинамических характеристик гребного винта от угла перекладки руля. На рисунке 4в представлена кривая буксировочного сопротивления судна. Фактически полное совпадение результатов численного и модельного эксперимента говорит о целесообразности проведения численных экспериментов, что позволит сократить количество проводимых модельных экспериментов.



В)

Рисунок 4 – Результати численних експериментів (линії – результати модельних експериментів, точки – результати численних експериментів)

Сравнение КПД трёхлопастного гребного винта серии В и гребного винта с аналогичными геометрическими характеристиками с заменой оригинального профиля на профиль NASA 2412 позволило сделать вывод о том, максимальный КПД гребного винта с профилем NASA увеличился на 15%) [2].

На рисунке 5 ниже представлена разработанная схема проектирования высокоэффективных гребных винтов новых серий.



Рисунок 5 – Схема проектирования высокоэффективных гребных винтов

Необходимо отметить, что данная схема применима не только для создания новых серий изолированных гребных винтов, но и для адаптации серийных винтов к условиям работы в составе пропульсивного комплекса, а также для выбора оптимальной формы корпуса судна.

Выводы.

1. В связи со стремлением предприятий выпускать конкурентоспособные суда, экономичные с точки зрения потребления количества топлива, всё более актуальной становится разработка высокоэффективных гребных винтов в кратчайшие сроки на базе современных компьютерных технологий, максимально исключив при этом ручную работу.

2. Повышение КПД гребных винтов даже на 2-3% даёт весьма ощутимый экономический эффект, учитывая длительность эксплуатации судов и их количество.

3. Современные технологии 3D и CFD моделирования позволяют оперативно и без больших материальных затрат осуществлять совершенствование движительного и движительно-рулевого комплекса судов и объектов океанотехники.

4. Полученные результаты свидетельствуют о возможности существенного улучшения характеристик корпуса судна и движителя, что представляется интересным как с теоретической, так и с практической точек зрения.

5. Разработанная схема проектирования эффективных гребных винтов новых серий позволяет производить оценку влияния характеристик формы лопастей гребных винтов на разных стадиях проектирования и режимах работы, что позволяет выделить наиболее существенные параметры и сосредоточить внимание на процессе их совершенствования.

Література

1. Алямовский, А. А. Solid Works: компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст] / А. А. Алямовский. – СПб : БХВ-Петербург, 2005. – 795 с.
2. Гидродинамический анализ судна в программном комплексе Flow Vision [Электронный ресурс] / А. А. Аксенов, В. В. Шмелев, А. В. Печенюк, Б. Н. Станков, В. Г. Пасечник // Автоматизация проектирования. – 2007. – № 3. – Режим доступа: <http://www.remmag.ru>. – Загл. с экрана.
3. Гребные винты. Современные методы расчета [Текст] / В. Ф. Бавин, Н. Ю. Заводовский, Ю. Л. Лемковский, В. Г. Мицкевич. – Л. : Судостроение, 1983. – 296 с.
4. Корнелюк, О.Н. Особенности моделирования работы гребного винта в среде FLOW VISION [Текст] / О. Н. Корнелюк // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2015. – № 1. – С. 21–26.
5. Корнелюк, О.Н. Выбор оптимальных расчётных параметров при моделировании работы гребного винта в свободной воде в среде Flow Vision [Текст] / О. Н. Корнелюк // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2014. – № 5. – С. 17–21.
6. Король, Ю. М. Исследование задачи обтекания плоских контуров с нефиксированными точками отрыва пограничного слоя в среде Flow Vision [Текст] / Ю. М. Король, О. Н. Рудько // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2008. – № 4. – С. 30–35.
7. Король, Ю. М. Технология моделирования работы судовых винто-рулевых комплексов в среде Flow Vision [Текст] / Ю. М. Король, О. Н. Рудько // Труды всерос. науч.-практ. конф. «Инженерные системы–2010». – М. : РУДН, 2010. – С. 137–141.
8. Король, Ю. М. Автоматизированная генерация данных для построения твердотельных моделей гребных винтов [Текст] / Ю. М. Король, О. Н. Рудько // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2008. – № 1. – С. 56–61.
9. Войткунский, Я. И. Справочник по теории корабля [Текст] / Я. И. Войткунский, Р. Я. Перши, И. А. Титов. – Л. : Судостроение, 1973. – 511 с.