

эксплуатации флота, предлагаем оснастить судовые портативные лаборатории анализа масла феррографами.

Литература

1. Денисов В.Г. Методы и средства технического диагностирования судовых энергетических установок. – Одесса. Изд-во «Феникс». 2008. – 304 с.
2. Власов В.М., Нечаев Л.М. Работоспособность высокопрочных термодиффузионных покрытий в узлах трения машин. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1994. – 237 с.
3. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. – М.: Высшая школа, 1988.
4. Феррограф Midas. <http://www.oillab.ru>.
5. <http://www.desonline.ru>.
6. Приборы для неразрушающего контроля механизмов изделий: справочник в 2-х книгах. – М.: Машиностроение, 2003. – 688 с.

7. Лаборатория T2FM Q500 <http://www.spectroscrl.ru>
8. Феррограф ФМЧ-П –Email zakaz@lanfor.ru.

References:

1. Denisov V. G. Methods and means of technical diagnostics of ship power installations. – Odessa. Phoenix publishing house. 2008. – 304s.
2. Vlasov V. M., Nechaev L. M. Operability of high-strength thermal diffusion coatings in machine friction units. - Tula: Priokskoe knizhnoe Izd-vo, 1994. – 237 p.
3. Reshetov D. N., Ivanov A. S., Fadeev V. Z. Reliability of machines-Moscow: Higher school, 1988.
4. Ferrograph Midas. <http://www.oillab.ru>.
5. <http://www.desonline.ru>.
6. Devices for non-destructive testing of product mechanisms. Reference book in 2 books. Mechanical engineering, M 2003, 688 p.
7. T2 FM Q500 Laboratory <http://www.spectroscrl.ru> .
8. Ferrograph FMCH-P-Email zakaz@lanfor / ru.

УДК 629.5

DOI: 10.34046/aumsuomt97/20

ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА РАСЧЕТА ПРОПУЛЬСИВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СУДОВ. ИХ РОЛЬ В ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*О.П. Коперчак, кандидат экономических наук,
Д.В. Огурцов, кандидат технических наук,
Н.А. Халилов, старший преподаватель*

В настоящее время выхлопные газы с транспортных судов являются значительным источником загрязнения окружающей среды. Объем выбросов с судов составляет от 2 до 3 процентов от общего объема выбросов парниковых газов в мире. Основным судовым источником загрязнения окружающей среды является энергетическая установка. Исследования состава отработавших газов двигателей внутреннего сгорания показывает, что в атмосферу попадает около 200 химических соединений, которые оказывают различные действия на окружающую среду и живые организмы. Данные проблемы, наряду с необходимостью в экономической устойчивости, являются стимулами к улучшению КПД двигателей судов. Увеличение суммарного пропульсивного коэффициента происходит за счет описанных отдельных составляющих и устройств экономии энергии.

Ключевые слова: Пропульсивный комплекс, корпус судна, главный двигатель, валопровод, движитель, проектирование судов, парниковые газы, экономические и экологические факторы, система питания, окружающая среда, КПД движителя.

ANALYSIS PARAMETERS FOR VESSEL'S PROHULSIVE COEFFICIENT CALCULATION. ROLE IN ENVIRONMENTAL PROTECTION

O.P.Koperchak, D.V.Ogurtsov, N.A. Khalilov

The transport vessel's exhaust gases are a significant source of environmental pollution at the moment. From 2 to 3 percent of the world's total greenhouse gas emissions are ships. The main source of environmental pollution is the power station. Research of the composition of exhaust gases from engines show that about 200 chemical compounds are released into the atmosphere, which have various effects on the environment and living organisms. Environmental problems along with necessitate of economic sustainability are guide to improve vessels propulsive efficiency. Increment of summary propulsive coefficient is coming due to the described individual components and energy saving devices.

Key words. Propulsion unit, vessel hull, main engine, shaft line, propulsion, ship design, greenhouse gases, economic and environmental factors, power system, environment, propulsion efficiency.

Проектирование судов осуществляется в основном за счет экономического коэффициента окупаемости капиталовложений судовладельца. Возможное ужесточение механизмов контроля

выброса вредных веществ на основе углекислого газа повлияет на выбор компонентов пропульсивной установки судов, наряду с деталями судна. Затраты на топливо всегда являлись экономической

установкой для улучшения пропульсивного коэффициента. Похожее значение затрат на топливо для суммарных расходов по эксплуатации влияет на выбор параметров будущего судна, таких как размеры, скорость и тип судна. Таким образом, современные экономические и экологические аспекты ставят судовладельцев в такую ситуацию, для выхода из которой требуется свежая оценка и анализ движительной мощности судна и выбора подходящего механического оборудования.

В состав пропульсивного комплекса (ПК) входят машины и механизмы, с помощью которых механическая энергия вырабатывается, передается движителю (например, гребному винту) и преобразуется им в упор.

Основными элементами пропульсивного комплекса являются: главные двигатели, валопровод, гребной винт и корпус судна.

Судовой валопровод служит для передачи мощности от главных двигателей к движителям и для передачи упора движителей на корпус судна.

Судовой движитель преобразует подводимую к нему механическую энергию главных двигателей в упор и полезную тягу, которые передаются через главный упорный подшипник на корпус, что обеспечивает движение судна с заданной скоростью.

Главный двигатель, соединенный через передачу и валопровод с гребным винтом, работает как гидродинамический комплекс.

Все эти элементы пропульсивной установки взаимосвязаны. Поэтому от каждого из них зависят мореходные качества судна и в итоге его технико-экономические показатели.

Элементы пропульсивного комплекса характеризуются в работе следующими показателями:

- *главный двигатель* – крутящим моментом, мощностью, частотой вращения вала;
- *главная передача* – моментом, мощностью, частотой вращения ведущего и ведомого валов;
- *гребной винт* – упором, вращающим моментом, частотой вращения, скоростью поступающей на лопасти воды;
- *корпус судна* – сопротивлением воды и воздуха его движению, скоростью судна.

Основными выбросами судов, представляющими опасность для экологии, являются газы, содержащие NO_x, SO_x и CO₂, а также парниковые газы. И, если NO_x и SO_x по большей части влияют на прибрежные территории, то выбросы CO₂ имеют глобальный климатический эффект. В

настоящее время ведутся работы мирового масштаба по сокращению выбросов данных веществ в атмосферу.

В области морских перевозок основное влияние на экологию оказывают танкеры, сухогрузы и контейнеровозы, которые в сумме выбрасывают около 75% CO₂. Следовательно, все исследования базируются на этих типах судов. Высокоскоростные паромы также включены в исследования в качестве единицы для сравнения, так как данные судна также имеют высокое потребление топлива за счет развиваемых ими скоростей. Объем выброшенного CO₂ в день равен примерно 300 тоннам для 250000 тонного (полное водоизмещение) танкера, 900 тонн для 10000 TEU контейнеровоза и 150 тонн для 80 метрового скоростного парома. Это важные показатели, которые отражают необходимость сокращения выбросов CO₂ в ближайшие годы с помощью проектирования новых судов и оптимизирования эксплуатации уже существующих судов.

Критерий расчета влияния CO₂ на окружающую среду

Для того чтобы контролировать и измерить количество выбросов CO₂ (учитывая возможность установления контроля за выбросами CO₂), ИМО разработало коэффициент CO₂, ИМО (2008). Главный расчет коэффициента CO₂, предложенный ИМО, представлен ниже:

$$\text{Индекс CO}_2 = \frac{P * sfc * C_f}{C * V} \text{ (грамм CO}_2\text{ / (тонна * миля))} \quad (1)$$

где P – мощность (кВт), sfc – удельный расход топлива (кг/кВт в час), C_F – выброс CO₂ (тонн CO₂/тонну топлива), C – водоизмещение судна (дедвейт, TEU или валовой регистровый тоннаж) и V – скорость (морская миля/час (узлы), или км/ч). Таким образом, проектный показатель CO₂ может быть рассмотрен как измерение эффективности поглощения CO₂ судном. Это является общей, или характерной формой уравнения, так как мощность будет состоять из пропульсивной и собственной мощностей, за водоизмещение судна в основном будет приниматься его дедвейт, включая контейнеровозы, хотя многие предпочитают TEU; для расчета пассажирских судов будет использоваться валовой тоннаж. Для скорости не даны точные единицы измерения, так как может быть использована и проектная скорость, и некоторая средняя скорость судна. Точно также, под мощностью может пониматься проектная движительная мощность на тихой воде, или мощность с учетом средних колебаний в зависимости от погоды. Также возможны случаи, в которых мы бу-

дем иметь дело с проектным и с эксплуатационным показателями. Такие варианты обсуждаются в ИМО.

Рассматривая общую форму показателя CO_2 , становится понятным: для того чтобы сократить показатели выброса CO_2 для данного судна идущего с определенной скоростью, должно быть достигнуто снижение пропульсивной мощности или улучшения в КПД двигателя, наряду с сокращением удельного расхода топлива.

Для объяснительных и сравнительных целей в данной работе будет использоваться общая форма уравнения. Уравнение [1], в котором P является рабочей пропульсивной мощностью, водоизмещение C – дедвейтом (в тоннах) и V – рабочей скоростью в узлах. Например, грузовое судно с $C = 12000$ тонн, $V = 14$ узлов, $P = 3700$ кВт, $sfc = 190$ кг/кВт в час и $CF = 3.17$ тонн CO_2 /тонну топлива (ИМО, 2005), будет иметь проектный показатель CO_2 равным 13,3 гм/тонну-милю.

Так как существуют предложения о введении формы контроля выброса CO_2 , то будет необходимо ввести ограничение на показатель CO_2 для новых проектов судов. Это введение окажет сильное влияние на определение каждого из членов Уравнения (1), поэтому оно является предметом продолжающихся обсуждений и споров.

Экономические и экологические факторы

К факторам, подталкивающим данное исследование к улучшению общего КПД двигателя судов, относятся как экономические, так и экологические факторы. Основными экономическими факторами являются затраты на строительство, расходы на утилизацию, скорость судна и, в частности, затраты на топливо. Эти факторы должны быть соединены таким образом, чтобы судовладелец мог получить адекватную норму, прибыли за вложения. Основными же экологическими факто-

рами являются выбросы ядовитых веществ, загрязнение, шум, противообрастающие покрытия и волновая эрозия.

В своей основе, улучшение КПД двигателя должно привести напрямую к увеличению экономического дохода и снижению выброса парниковых газов. В этом проявляется двойной стимул к достижению данных улучшений. Тем не менее существуют некоторые технические изменения, способные уменьшить выбросы газов, однако которые вероятно не будут экономически выгодными. Многие вспомогательные устройства питания используют возобновляемые энергетические ресурсы, и усовершенствованные покрытия корпуса, скорее всего, подходят под эту категорию. Существуют предположения, что в будущем может быть введена торговля квотами на выброс вредных газов для судов. Если это произойдет, то все способы улучшения мощностей и сокращения выбросов парниковых газов должны быть рассмотрены и оценены, даже если данные улучшения не будут являться экономически жизнеспособными.

Система питания

Общее понятие системы питания может быть определено как преобразование энергии топлива в необходимую силу тяги (T), равную силе сопротивления судна (R) при необходимой скорости (V), Рисунок 1. Очевидно, что общий КПД двигателя судна будет зависеть от:

- типа топлива, его качества и свойства;
- КПД двигателя при преобразовании топлива в необходимую силу;
- и КПД двигателя при преобразовании силы (обычно переменной) в необходимую силу тяги.

Настоящее исследование фокусируется на корпусе судна и двигателе, изначально рассматривая ситуацию, при которой сопротивление R может быть уменьшено, а сила тяги T – увеличена.

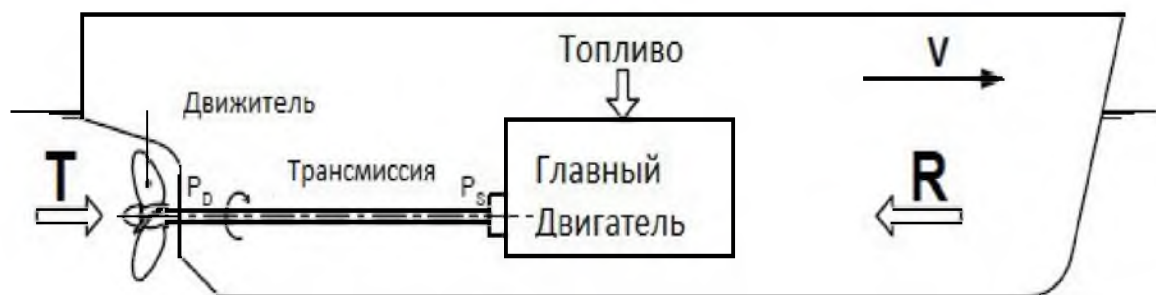


Рисунок 1 – Общее понятие о преобразовании энергии

Компоненты системы питания

Основные компоненты системы питания установлены и собраны вместе. Это позволяет осуществить оценки в местах, в которых изменения и возможные улучшения могут быть проведены.

Пропульсивная мощность

Сила, поступающая в винт, поставляемая мощность (PD), может быть определена, как:

$$P_D = \frac{P_E}{\eta_D}$$

Эффективная мощность (PE)

$$PE = R * V_s$$

где R – полное сопротивление чистого корпуса вместе с выступающими частями и аэродинамическим сопротивлением корпуса и судовых надстроек над водой.

V – скорость (м/с).

Общее сопротивление корпуса состоит из трения, вязкостного сопротивления и компонентов волны, как показано. Эти основные элементы корпуса подходят как для полного водоизмещения, так и для частичного. Для более скоростных судов применяются также такие элементы как транец, индуктивное и брызговое сопротивление. Суда, использованные в данном исследовании, в большинстве своем одновинтовые и сопротивление судовых надстроек относительно небольшое. При этом, аэродинамическое сопротивление корпуса может оставаться значительным.

КПД движителя

Компоненты пропульсивного коэффициента могут быть выражены:

$$\eta_D = \eta_0 * \eta_H * \eta_R$$

где η_0 – КПД винта в открытой воде, η_H – коэффициент влияния корпуса и η_R – коэффициент влияния неравномерности поля скоростей. Где η_R учитывает разницу между винтом в условиях открытой воды и за корпусом, и обычно равен от 0,98 до 1,02.

η_H учитывает взаимодействие корпуса судна и винта, и может быть определен как:

$$\eta_H = \frac{(1 - t)}{(1 - w_T)}$$

где t – это коэффициент засасывания и w^T – коэффициент попутного потока. η_H обычно лежит в пределах от 1,10 до 1,25 для полного водоизмещения. Формула показывает, как изменения коэффициента засасывания из-за, например, присутствия

руля поворота или другого приспособления, повлияет на общий КПД гребного винта. Подобным образом может быть рассмотрено и подсчитано влияние коэффициента попутного потока.

η_0 – КПД гребного винта в открытой воде; он будет зависеть от диаметра винта (D), шагового отношения винта (P/D) и числа оборотов вращения винта (rpm). Очевидно, что для достижения максимальной производительности необходимо оптимальное сочетание данных параметров. Теория и практика показывают, что, чаще всего, увеличение диаметра и соответственные изменения в шаговом отношении винта и его числа оборотов вращения приводят к увеличению эффективности.

Для установленного набора параметров винта, η_0 может быть представлен как:

$$\eta_0 = \eta_a * \eta_r * \eta_f$$

где η_a – идеальный КПД, основанный на принципах осевого импульса и предусматривающий ограниченное количество лопастей; η_r учитывает потери в результате вращения жидкости, вызванном винтом и η_f , который учитывает потери из-за сопротивления трения лопастей винта, Дуле (1994, 1995). Теоретически, обычные показатели этих компонентов равны $\eta_a = 0.80$ (в зависимости от нагрузки на тягу), $\eta_r = 0.95$ и $\eta_f = 0.85$, что приводит к $\eta_0 = 0.646$. Эта разложение компонентов η_0 очень важно, так как оно указывает, где можно получить наиболее вероятное сбережение энергии, например, использования устройств для улучшения η_r , или обработка поверхности винта для улучшения показателя η_f .

Относительные уровни компонентов системы питания для разных типов судов

Разложение элементов сопротивления корпуса судна, как часть целой системы, было проведено только для таких типов судов, как танкеры, сухогрузы, контейнеровозы и высокоскоростные пассажирские катамараны и грузовые паромы. Они приведены в Таблице 1. Исходя из таблицы 1, следует, что более медленные танкеры и сухогрузы имеют высокий показатель вязкостного сопротивления (трение + форма), в то время как на скоростные контейнеровозы с более тонкими корпусами волновое сопротивление оказывает большее влияние. Для быстрых паромов самым главным элементом является волновое сопротивление; проводилось много исследований с целью уменьшить это сопротивление, например, увеличив коэффициент остроты, или изменяя расстояние между корпусами катамарана для уменьшения интерференции волн.

Таблица 1 – Приблизительное распределение компонентов сопротивления

Тип	Длина(м)	C _n	Дрейфит (т)	Скорость (узлы)	Мощность (кВ)	F _n	Компоненты сопротивления корпуса			Аэродинамическое сопротивление
							Трение %	Форма %	Волна %	
Танкер	330	0,84	250000	15	24000	0,136	66	26	8	2,0
Танкер	174	0,80	41000	14,5	7300	0,181	65	25	10	3,0
Балкер	290	0,83	170000	15	15800	0,145	66	24	10	2,5
Балкер	180	0,80	45000	14	7200	0,171	65	25	10	3,0
Контейнеровоз	334	0,64	100000 10000TEU	26	62000	0,234	63	12	25	4,5
Контейнеровоз	232	0,65	37000 3500TEU	23,5	29000	0,250	60	10	30	4,0
Паром	80	0,47	650пассаж 150 машин	36	23500	0,700	30	10	60	4,0

Увеличение КПД пропульсивного комплекса судна является комплексной задачей и эффективное ее решение зависит в настоящее время от ужесточения ограничения выбросов вредных веществ с судов, что значительно повлияет на применяемые технические решения для компонентов пропульсивного комплекса судна.

Литература

1. Башуров Б.П. Пропульсивный комплекс и режимы его работы: учебное пособие. – Новороссийск: МГА им. Ф.Ф. Ушакова, 2001. – 146 с.
2. Серeda М.П. Эксплуатация, безотказность, и ремонтпригодность элементов судового пропульсивного комплекса. – Новороссийск: МГА им. Ф.Ф. Ушакова, 2008. – 116 с.
3. https://www.researchgate.net/publication/313213208_Design_metrics_for_evaluating_the_propulsive_efficiency_of_future_ships
4. Халилов Н.А., Страхова Н.А. Опыт эксплуатации двухтопливных дизелей // Вестник АГТУ. Серия «Морская техника и технология». – 2011. – №2.
5. Епихин А.И., Кондратьев С.И., Хекерт Е.В. Применение нейронных сетей на базе многослойного перцептрона с использованием нечеткой логики для технической диагностики судовых технических средств// Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – № 3 (96). – С. 111-119.
6. Епихин А.И., Кондратьев С.И., Хекерт Е.В. Прогнозирование многомерных нестационарных временных рядов с использованием нейромоделирования// Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 23-27.
7. Кондратьев, С.И. Теоретические основы управления крупнотоннажными судами по критериям безопасности и энергосбережения [Текст] / С.И. Кондратьев: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических

наук / Новороссийская государственная морская академия. – Новороссийск, 2004.

8. Кондратьев С.И. Синтез программных траекторий методом динамического программирования [Текст] / С.И. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2003. – № S6. – С. 41-43.
9. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Каракаев А.Б., Модина М.А. Особенности построения прогностической нейро-фаззи сети//Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 13-17.
10. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Модина М.А. Принципы нейроруавления и варианты архитектуры нейронных сетей, применительно к сложной динамической системе СЭУ-СУДНО//Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 18-22.
11. Епихин А.И., Кондратьев С.И., Хекерт Е.В. Прогнозирование многомерных нестационарных временных рядов с использованием нейромоделирования//Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 23-27.
12. Печников А.Н., Хекерт Е.В. Эргономический подход к оцениванию деятельности судовых специалистов: экспериментальная апробация предложенных моделей и процедур//Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 4-3 (46). – С. 104-110.
13. Печников А.Н., Хекерт Е.В., Савельев В.Г., Адерихин И.В. Эргономический подход к оцениванию деятельности судовых специалистов: модели трансформации действия в процессе его освоения и процедура их практического применения//Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 1-2 (43). – С. 104-111.

Referens:

1. Propulsive unit and engine operating condition. Textbook manual: B. P. Bashurov: Novorossiysk Maritime State University named for. F. Ushakov 2001-146 p.
2. Operation and maintenance, reliability, propulsion unit repairability M. P. Sereda: Novorossiysk Maritime State University named for. F. Ushakov 2008-116 pages.
3. https://www.researchgate.net/publication/313213208_Design_metrics_for_evaluating_the_propulsive_efficiency_of_future_ships
4. The experience of operating dual fuel diesel engines. Khalilov.N. A., Strakhova.N. A. Vestnik AGTU. Marine engineering and technology series. 2011. №2.
5. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Primenenie nejronnyh setej na baze mnogoslajnogo perceptrona s ispol'zovaniem nechetkoj logiki dlya tekhnicheskoy diagnostiki sudovyh tekhnicheskikh sredstv//Ekspluatatsiya morskogo transporta. 2020. № 3 (96). S. 111-119
6. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Prognozirovanie mnogomernyh nestacionarnyh vremennyh ryadov s ispol'zovaniem nejromodelirovaniya//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 23-27.
7. Kondrat'ev, S.I. Teoreticheskie osnovy upravleniya krupnotonnazhnyimi sudami po kriteriyam bezopasnosti i energosberezheniya [Tekst] / S.I. Kondrat'ev avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk / Novorossiyskaya gosudarstvennaya morskaya akademiya. Novorossiysk, 2004
8. Kondrat'ev S.I. Sintez programmnyh traektorij metodom dinamicheskogo programmirovaniya [Tekst] / S.I. Kondrat'ev // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2003. № S6. S. 41-43.
9. Epihin A.I., Hekert E.V., Karakaev A.B., Modina M.A. Osobennosti postroeniya prognosticheskoy nejro-fazzi seti//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 13-17.
10. Epihin A.I., Hekert E.V., Modina M.A. Principy nejroupravleniya i varianty arhitektury nejronnyh setej, primenitel'no k slozhnoj dinamicheskoy sisteme SEU-SUDNO//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 18-22.
11. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Prognozirovanie mnogomernyh nestacionarnyh vremennyh ryadov s ispol'zovaniem nejromodelirovaniya//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 23-27.
12. Pechnikov A.N., Hekert E.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatelnosti sudovyh specialistov: eksperimental'naya aprobatsiya predlozhennyh modelej i procedur//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 4-3 (46). S. 104-110.
13. Pechnikov A.N., Hekert E.V., Savel'ev V.G., Aderihin I.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatelnosti sudovyh specialistov: modeli transformatsii dejstviya v processe ego osvoeniya i procedura ih prakticheskogo primeneniya//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 1-2 (43). S. 104-111.

УДК 629.5

DOI: 10.34046/aumsuomt97/21

ИННОВАЦИОННЫЕ 3D-ТЕХНОЛОГИИ В СУДОСТРОЕНИИ И СУДОРЕМОНТЕ. ОБЗОР ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ

Н.А. Халилов, старший преподаватель

Д.В. Огурцов, кандидат технических наук. т.н

О.П. Коперчак, кандидат экономических наук,

В последнее время мы наблюдаем быстрый рост и развитие 3D-технологий, которые охватывают все новые виды производства. Обладая огромными преимуществами в технологии производства, в настоящее время использование 3D-печати связано с большим спектром вопросов правового и технического регулирования, требующих своего решения. Сегодня, практически во всех странах, за редким исключением, ни одна из составляющих аддитивных технологий не подлежит обязательному подтверждению соответствия. Судостроительная отрасль не является исключением. В работе проведен анализ современных проблем подтверждения качества изделий судостроения, полученных методами 3D-печати, и возможным путем их решения.

Ключевые слова: Аддитивные технологии, 3D-сканирование, 3D-печать, судостроительное производство, судоремонтное производство, техническое регулирование, сертификация, внедрение новых технологий.

3-D TECHNOLOGIES IN SHIPBUILDING AND SHIP REPAIR. OVERVIEW OF THE CURRENT STATE

N.A. Khalilov, D.V. Ogurtsov, O.P. Koperchak

In the last decade, we have seen the rapid growth and development of 3D technologies that are taking over all new industries. Possessing great advantages in production technology, currently the use of 3D printing is associated with a wide range of legal and technical regulation issues that need to be addressed. Today, in almost all