

УДК 629

**НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.
ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ****Елисеева Ольга Владимировна,**старший преподаватель кафедры
«Кораблестроение»
o.eliseeva@narfu.ru**Чирков Артемий Сергеевич,**Студент 4 курса факультета «Кораблестроение»
chirkov.a.s@edu.narfu.ruФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»
Россия, г. Северодвинск**Аннотация**

В данной работе исследуются вызовы, с которыми сталкивается нормоконтроль в судостроении, в частности, в свете санкций, ограничивающих поставки зарубежных компонентов и технологий. Особое внимание уделено модификации нормативной базы в отношении новых российских материалов, включая композитные и высокопрочные сплавы.

Анализируется воздействие введенных ограничений на судостроительную индустрию, в том числе потребность в переходе на российские аналоги, что влечет за собой административные и технологические трудности. Предлагаются пути решения, такие как внедрение адаптивной системы стандартов, перевод нормоконтроля в цифровой формат с применением PLM-систем, а также повышение квалификации специалистов.

Ключевые слова: нормоконтроль, судостроение, санкции, нормативная документация, композитные материалы, высокопрочные сплавы, цифровизация, PLM-системы, стандартизация, адаптивные технологии, кадровая подготовка, российские аналоги.

**REGULATORY DOCUMENTATION AND MODERN MATERIALS.
PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS****Eliseeva Olga Vladimirovna,**Senior Lecturer
of the Department of Shipbuilding
o.eliseeva@narfu.ru**Chirkov Artemy Sergeevich,**A 4th-year student of the Shipbuilding Faculty
chirkov.a.s@edu.narfu.ru

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov»

ABSTRACT

This paper examines the challenges facing regulatory compliance in shipbuilding, particularly in light of sanctions restricting the supply of foreign components and technologies. Particular attention is paid to the modification of the regulatory framework for new Russian materials, including composites and high-strength alloys.

The impact of these restrictions on the shipbuilding industry is analyzed, including the need to transition to Russian equivalents, which entails administrative and technological difficulties. Solutions are proposed, including the implementation of an adaptive standards system, the digitalization of regulatory compliance using PLM systems, and advanced training for specialists.

Keywords: regulatory compliance, shipbuilding, sanctions, regulatory documentation, composite materials, high-strength alloys, digitalization, PLM systems, standardization, adaptive technologies, personnel training, Russian equivalents

Нормоконтроль – контроль выполнения документации в соответствии с нормами, требованиями и правилами, установленными нормативными документами. [1]

Целью нормоконтроля является обеспечение соответствия разработанной документации установленным стандартам и требованиям, что способствует повышению качества продукции, ее безопасности и надежности. В ходе нормоконтроля проверяется правильность оформления чертежей, спецификаций, технических условий и других документов, а также соблюдение установленных норм и правил при проектировании и конструировании изделий. [1]

На судостроительных заводах контроль соответствия нормам рабочей конструкторской документации (РКД) играет ключевую роль в обеспечении высокого качества продукции. РКД охватывает широкий спектр материалов, включая чертежи, спецификации, технические требования и прочие документы, регламентирующие проектирование и постройку судов. Безупречность и достоверность данной документации оказывают непосредственное влияние на соблюдение сроков реализации проектов, снижение вероятности возникновения ошибок и повышение общей производительности.

Судостроение сегодня – это передовая индустрия, где непрерывно требуются новые разработки для улучшения производительности, надежности и конкурентоспособности морских судов. Важнейшим вектором прогресса выступает применение перспективных материалов, превосходящих привычные аналоги по своим свойствам.

Однако, введенные западными государствами санкций в 2014 году, а далее и в 2024 существенно затруднили получение современных материалов и технологий, которые прежде импортировались из-за границы. Это обусловило потребность в переоценке стратегий конструирования и адаптации новых материалов в регламентирующую техническую документацию.

Ввиду отсутствия унифицированных норм для инновационных материалов, вроде композитов или высокопрочных сплавов, компании вынуждены создавать временные технические условия (ТУ) в индивидуальном порядке. Это приводит к затягиванию сроков утверждения документации и возникновению потенциальных разногласий между участниками производственного процесса.

Более того, приведение международных (ИМО, ISO) и государственных (ГОСТ, ОСТ) стандартов в соответствие с современными условиями подразумевает пересмотр требований к таким важным характеристикам, как прочность, устойчивость к коррозии и другим, особенно если российские аналоги уступают зарубежным по ключевым параметрам.

Недостаточное исследование альтернативных материалов в реальных условиях эксплуатации, например, при продолжительном воздействии агрессивной морской среды, вынуждает проектировщиков полагаться на опытные данные, что увеличивает вероятность ошибок в спецификациях и чертежах.

Влияние санкций на индустрию кораблестроения и судостроения

Серьезным ударом для отечественного кораблестроения в связи с санкциями стало существенное ограничение в приобретении ключевых материалов, прежде импортируемых из-за рубежа. «Импорт в январе-октябре 2024 г. сократился до 229,8 млрд долл. (-2,7% к аналогичному периоду 2023 г.), оказавшись несколько ниже значений до кризисного 2021 г. (237 млрд долл.). По итогам года стоимостной объем импорта ожидается в размере около 280 млрд долл.» [2]

Ограничения, вызванные санкциями, не просто затруднили доступ к ресурсам, но и дестабилизировали каналы поставок, заставив компании переосмыслить подходы к снабжению и производству. Российские производители были вынуждены искать альтернативные источники сырья, оптимизировать логистику и ускорять создание собственных аналогов. Это повлекло за собой существенные затраты времени и ресурсов, однако, одновременно послужило толчком к укреплению отечественной научно-технической базы и уменьшению зависимости от зарубежных поставок.

Это коснулось как необработанных ресурсов, так и уже готовых компонентов, используемых в создании судов. Далее мы детально изучим, какие именно материалы попали под санкционные ограничения, и какое воздействие это оказало именно на нормативную документацию.

В последние годы российское судостроение переживает период кардинальных преобразований, обусловленных мировыми политическими и экономическими тенденциями. Усиление санкционного режима после 2022 года не только усугубило проблему зависимости от импортных компонентов, но и стимулировало поиск отечественных решений. Если ранее до 70–80% композитных материалов, специализированных сталей и импортировалось, то теперь индустрия вынуждена адаптироваться, сочетая замещение импорта с инновационными подходами.

До 2022 года российские верфи широко применяли зарубежные компоненты, введенные ограничения не только остановили импорт, но и повысили расходы на транспортировку, а порой и вовсе заблокировали закупки. К примеру, после 2022 года российские судостроители столкнулись с трудностями при замене импортных композитов (например, эпоксидных смол для корпусов).

Это вынудило предприятия искать оперативные выходы из ситуации внутри страны, усиливая взаимодействие с научными учреждениями и небольшими инновационными компаниями.

Тем не менее, переход к российским аналогам сталкивается с устаревшей нормативной базой, что тормозит внедрение новых технологий. Дальнейшие действия специалистов в нашей стране направлены на преодоление этих препятствия и обращение трудности в преимущества.

Новые материалы, разрабатываемые в России

Научные институты и металлургические предприятия в России активно занимаются разработкой новых марок сталей и сплавов, которые могут заменить импортные аналоги.

Специалисты из Национального исследовательского технологического университета МИСиС разработали деформируемый сплав на основе алюминия, который может быть использован, как и в сверхзвуковой авиации, так и в судостроение для облегчения конструкции. Новый материал демонстрирует более высокую устойчивость к высоким температурам, чем широко используемый в промышленности сплав 2219. При этом, в отличие от него, он не нуждается в трудоемких процессах гомогенизации и закалки.

Суть это в том, что в его структуру был добавлен кальций, а он в свою очередь формирует термостабильную тройное соединение. «Высокая жаропрочность нового алюминиевого сплава достигается благодаря особым микроструктурным элементам: наноразмерным вторичным выделениям, содержащим медь и марганец, а также эвтектическим частицам кальцийсодержащего соединения. В результате такая структура сплава, характерная для композитов, позволяет сохранить прочность и стабильность при нагревах до 400°C», – рассказал д.т.н. Николай Белов, главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС.[3]

Благодаря этим наноразмерным частицам исключается этап упрочнения и увеличения термостабильности, который обычно достигается с помощью термической обработки.

Для данного сплава требуется дальнейшие изучения механических свойств и проверка деформационно-термической обработки.

Следующий инновационный материал, о котором будет, иди речь ранее широко использовался, но был не идеален. Мартенситностареющие сталь использовалась в аэрокосмической технике и в создании ядерных реакторов. Название связано с тем, что в составе находится мартенсит, достаточно прочный и пластичны материал. Единственная проблема это малая трощено стойкость. За исследование возможных улучшений зонной стали взялся Пермский политех. «Естественно, что в процессе эксплуатации детали из МСС подвергаются не только однократному, но и циклическим видам нагружения. В связи с этим, целью настоящей работы является исследование влияния параметров структуры на циклическую трещиностойкость одной из самых распространенных отечественных мартенситностареющих сталей – 03X11H10M2T(ЭП-678). [4]

Улучшение свойств может привести к тому, что данный материал можно будет использовать в индустрии кораблестроения и судостроения. Сочетание высокой прочности и пластичности, а также ударной вязкости создают отличные условия для эксплуатации стали в агрессивных условиях. Предельная прочность составляет до 2000 МПа, что подразумевает высокую устойчивость к динамическим нагрузкам. Работу ученых Пермского политеха по нахождению способом улучшения трещиностойкость открывать дверь использования этого материала в таких особо важных разделах как конструкция корпуса надводных и подводных судов. Высокая удельная прочность позволяет создавать легкие корпуса без потери надежности. Коррозионная стойкость благодаря легированию хромом и никелем демонстрирует повышенную устойчивость к агрессивным морским средам. В последующие годы внедрение данного сплава в кораблестроительную и судостроительную отрасли скорей всего даст положительный результат в данной отрасли.

Последний материал, о котором будет идти речь, это слоистый металлический композит, где чередуются два материала: чистый титан (мало прочный, но пластичный) и сплав титана с алюминием и ванадием (прочный, но менее пластичный). В природе два этих показателя противоречат друг другу. Предварительные испытания показали, что конструкции из нового материала будут обладать высокой прочностью одновременно с пластичностью и могут выдерживать соответственно больший уровень ударной нагрузки. Для распространения трещин в композитном материале требуется потратить больше

энергии, чем в обычном титановом сплаве. То есть в повреждения будут распространяться медленнее, проходя слои разных компонентов. [4]

Данный титановый «торт» был разработан и даже создан с помощью технологии лазерного выращивания учеными в институте лазерной и сварочной технологии (ИЛИСТ) Санкт-Петербургского государственного морского технического университета (СПбГМТУ).

Но для данных материалов требуется адаптация в нормативную документацию, как им образом можно это сделать поговорим в следующем разделе.

Особенности внедрения новых материалов в нормативную документацию

В текущих условиях санкционного давления и ограничений, внедрение новых материалов в рабочую конструкторскую документацию (РКД) требует комплексного подхода. Данный процесс включает в себя не только технические аспекты, но и нормативно правовые, а также научно-исследовательские меры. Так же Российские аналоги импортных сплавов (например, титановых листов для судовых теплообменников) не всегда соответствуют требованиям IMO и DNV GL, что ограничивает экспортный потенциал судов. Решение этой проблемы требует активации трех ключевых направлений: модернизация нормативной базы, применение цифровых решений в процессах проверки на соответствие требованиям и устранение дефицита профессиональных специалистов.

Первоочередной задачей является адаптация существующей нормативной базы под инновационные материалы. Для этого нужно разработать новые ГОСТы и стандарты. В свою очередь этот процесс требует тщательной проработки характеристик материалов, проведения испытаний и согласования с международными и отраслевыми нормами.

Предприятия, научные организации или отраслевые министерства и т. д. могут быть инициаторами разработки нормативной документации. Например, ЦНИИ КМ «Прометей» в 2022 создал серию высокопрочных сталей марки АБ для корпусов ледоколов, способную выдерживать экстремальные арктические нагрузки, а также композитные материалы на основе полимерных матриц для снижения веса судовых конструкций. Были проведены опыты и технические условия, на которые ушли годы плодотворной работы ученых. [5]

Основной проблемой разработки новых материалов являются бюрократические барьеры, одно из главных проблем задерживающие выпуск настолько важной нормативной документации в наше время. Процесс согласования изменений в РКД (рабочую конструкторскую документацию) занимает от 12–18 месяцев, особенно для сталей или материалов с модифицированными свойствами.

Существуют современные решения данных проблем. Такие как создание гибкой системы стандартизации. Развитие новых технологий, включая композитные материалы, цифровое производство и концепцию «Индустрия 4.0», заставляет переосмыслить существующие методы стандартизации. Устаревшие и негибкие стандарты замедляют инновации, особенно в секторах высоких технологий. Одним из способов решения этой проблемы является внедрение адаптивной системы стандартизации в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Такая система позволит быстро обновлять требования в соответствии с появлением новых материалов, технологий и изменениями на рынке. [6]

Одной из ключевых проблем существующей системы стандартизации является её инерционность. Традиционные стандарты формируются в течение многих лет, в то время как технологический прогресс происходит очень быстро. К примеру, композитные материалы, применяемые в авиационной, автомобильной и строительной отраслях, отличаются особыми характеристиками, которые часто не соответствуют устаревшим стандартам. Это затрудняет работу производителей, которые вынуждены либо получать специальные согласования, либо сдерживать внедрение новых разработок. Более того,

строгие стандарты могут сдерживать экспериментальные исследования и разработки, что особенно негативно сказывается на стартапах и небольших инновационных компаниях.

Гибкая стандартизация предполагает переход к динамичным техническим регламентам, способным быстро адаптироваться к свежим сведениям, инновациям и нуждам промышленности. Этот метод подразумевает использование цифровых решений, например, объединенной платформы стандартов ЕАЭС, позволяющей оперативно редактировать документы с привлечением экспертов, предпринимателей и контролирующих органов.

Ключевой особенностью является модульный принцип требований: основные обязательные правила дополняются специализированными вариантами для конкретных областей применения. К примеру, стандарты для композиционных материалов в авиастроении могут отличаться от требований к тем же материалам в строительстве, но при этом базироваться на общих принципах безопасности и надежности.

В контексте инициативы «Индустрия 4.0» адаптивная стандартизация достижима благодаря цифровым моделям материалов. В этом сценарии информация о характеристиках новых композитных материалов автоматически обрабатывается алгоритмами машинного обучения, и на основе полученных результатов происходит корректировка стандартов. [7]

Следовательно, внедрение адаптивной системы стандартов даст возможность ускорить процесс освоения инновационных разработок. Это особенно важно для сфер, включающих композитные материалы, аддитивное производство и экологически чистую энергетику, где существующие правила зачастую препятствуют развитию. Оперативные нормы, поддерживаемые цифровыми средствами и процедурами оперативного обновления, способны стать ключевым элементом в формировании более приспособленной к изменениям и инновационной экономической модели.

Параллельно возможна цифровизация нормоконтроля через внедрение PLM-систем с интегрированными базами нормативных требований. В контексте современных трудностей, стоящих перед промышленностью, необходим радикальный пересмотр подходов к нормативному контролю. Устаревшие способы ручной экспертизы, направленные на подтверждение соответствия изделий и конструкторской документации актуальным стандартам и техническим условиям, утрачивают свою результативность в эпоху бурного прогресса технологий.

Основное достоинство такого подхода – это способность автоматической оценки соответствия разработанных проектов действующим нормам. Передовые PLM-платформы дают возможность в оперативном режиме сравнивать свойства применяемых веществ, параметры строений и производственных этапов с предписаниями государственных стандартов и техрегламентов. Например, при разработке продукта из инновационных композитных материалов платформа самостоятельно удостоверится в его согласии с правилами по показателям прочности, теплостойкости и прочим существенно важным аспектам. Это не только ощутимо увеличивает уверенность в контроле, но и устраняет субъективность, нередко приводящую к погрешностям при контроле вручную.

Внедрение цифрового нормоконтроля приводит к значительному ускорению процесса утверждения проектной документации. Опыт передовых промышленных компаний демонстрирует, что автоматизация соответствующих процедур позволяет уменьшить время, затрачиваемое на экспертизы, на 30–40%.

В условиях быстро меняющихся нормативных требований цифровизация нормоконтроля становится критически важной. Современные PLM-системы обладают возможностью интеграции с цифровыми платформами стандартизации, что позволяет

своевременно обновлять базу нормативной документации при любых изменениях в ГОСТах или технических регламентах.

Данная функциональность особенно ценна в периоды активного внедрения инновационных материалов и технологий, когда нормативная база нуждается в регулярной актуализации. Система в автоматическом режиме контролирует соответствие применяемых стандартов и уведомляет проектировщиков о необходимости переоценки проектных решений, если нормативные требования претерпели изменения.

Российская PLM-система «Лощман» является наглядной иллюстрацией эффективного применения подобной стратегии. Активно используемая в авиастроении, космической отрасли и военно-промышленном комплексе, данная система гарантирует всесторонний контроль соответствия на протяжении всего жизненного цикла продукта. Ее принципиальным достоинством является тесная взаимосвязь с развернутыми базами данных по материалам и нормативам, что дает возможность автоматизировать анализ не только конструкторской документации и спецификаций, но и технологических процессов изготовления. Платформа имеет возможность оценивать приемлемость использования определенных материалов в зависимости от условий работы, контролировать выполнение требований по безопасности и экологическим стандартам, что критически важно для ответственных продуктов. [8]

Переход к цифровому контролю соответствия стандартам, базирующемуся на PLM-системах, является логичным и неизбежным шагом для промышленных предприятий в эпоху цифровизации. Этот метод не просто устраняет существующие проблемы с соблюдением нормативных требований, но и формирует фундамент для дальнейшего прогресса, давая возможность компаниям быстро реагировать на изменения в нормативной документации и технологические прорывы.

Заключение

В нынешних условиях судостроительная отрасль сталкивается с необходимостью обновления нормативной документации в связи с появлением новых материалов и технологических решений. Ограничения, введенные санкциями, стимулировали разработку отечественных заменителей, в частности, жаропрочных алюминиевых сплавов и композитов. Тем не менее, их активное применение сдерживается неактуальными нормами и административными барьерами.

Список литературы:

1. СТО 04-2017: Стандарт организации. - Тамбов: ТГТУ, 2017. - 35 с. URL: <https://tstu.ru/general/docum/pdf/standart/sto04-2017.pdf> (дата обращения: 06.05.2025). - Текст: электронный.
2. Предварительные итоги внешней торговли России за 2024 год: экспорт растет, импорт снижается. - М.: ИЭП, 2024. - 15 с. URL: <https://www.iep.ru/ru/doc/40471/predvaritelnye-itogi-vneshney-torgovli-rossii-za-2024-god-eksport-rastet-import-snizhaetsya.pdf> (дата обращения: 06.05.2025). - Текст: электронный
3. Новые разработки в области металлургии и материаловедения // MISiS. - 2023. URL: <https://misis.ru/news/9675/> (дата обращения: 05.05.2025). - Текст: электронный.
4. Анализ морских перевозок и судостроительной отрасли // PortNews. - 2023. URL: <https://portnews.ru/news/343288/> (дата обращения: 24.04.2025). - Текст: электронный.

5. Высокопрочные стали марок АВ для судостроения и морской техники. - М.: КРИС-Прометей, 2023. URL: <https://crism-prometey.ru/science-and-education/research-and-development/konstruktsionnye-stali-dlya-sudostroeniya-morskoy-tekhniki-dobychi-i-transportirovki-uglevodorodov-/vysokoprochnye-stali-marok-ab/> (дата обращения: 11.05.2025). – Текст: электронный.
6. Тарасов И. В. Попов Н. А. Индустрия 4.0: трансформация производственных фабрик // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. № 3. Стр. 38 - 53
7. Четыре ноль в нашу пользу: цифровизация промышленности // Forbes. - 2023. URL: <https://www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu> (дата обращения: 04.05.2025). – Текст: электронный.
8. Голубева И.Л., Алтапов А.Р. Использование системы «Лощман PLM» для организации непрерывного обучения студентов направления 151000.62 - Технологические машины и оборудование // Вестник Казанского технологического университета. 2025. Т.15. № 17, Стр. 348-352.

References:

1. STO 04-2017: Organization Standard. - Tambov: TSTU, 2017. - 35 p. URL: <https://tstu.ru/general/docum/pdf/standart/sto04-2017.pdf> (date of access: 06.05.2025). – Text: electronic.
2. Preliminary results of Russia's foreign trade for 2024: exports are growing, imports are declining. - Moscow: IEP, 2024. - 15 p. URL: <https://www.iep.ru/ru/doc/40471/predvaritelnye-itogi-vneshney-torgovli-rossii-za-2024-god-eksport-rastet-import-snizhaetsya.pdf> (date of access: 06.05.2025). – Text: electronic
3. New developments in metallurgy and materials science // MISiS. - 2023. URL: <https://misis.ru/news/9675/> (date of access: 05.05.2025). – Text: electronic.
4. Analysis of maritime transportation and the shipbuilding industry // PortNews. - 2023. URL: <https://portnews.ru/news/343288/> (date of access: 24.04.2025). – Text: electronic.
5. High-strength steels of grades AB for shipbuilding and marine equipment. - М.: KRIS-Prometey, 2023. URL: <https://crism-prometey.ru/science-and-education/research-and-development/konstruktsionnye-stali-dlya-sudostroeniya-morskoy-tekhniki-dobychi-i-transportirovki-uglevodorodov-/vysokoprochnye-stali-marok-ab/> (date of access: 11.05.2025). – Text: electronic.
6. Tarasov I. V. Popov N. A. Industry 4.0: transformation of production factories // Strategic decisions and risk management. 2018. No. 3. pp. 38-53
7. Four zero in our favor: digitalization of industry // Forbes. - 2023. URL: <https://www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu> (date of access: 04.05.2025). – Text: electronic.
8. Golubeva I.L., Altapov A.R. Using the PLM Pilot system to organize continuous learning for students majoring in 151000.62 - Technological machines and equipment // Bulletin of the Kazan Technological University. 2025. Vol. 15. No. 17, pp. 348-352.