

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ

Толкачева А.В., соискатель, ведущий инженер ООО НТО «ИРЭ-Полус»

Работа посвящена анализу предметной области стандартизации в сфере лазерных промышленных технологий. Рассмотрены основные принципы и потенциал использования опережающей и комплексной стандартизации для разработки нормативных документов в области фотоники. Рассмотрена возможность для внедрения лазерных технологий в промышленность посредством разработки стандартов организации с дальнейшим повышением их нормативно-правового статуса. Проанализированы примеры успешной разработки нормативных документов для применения лазерной сварки в ключевых промышленных секторах.

Проведен анализ требований нефтегазодобывающей отрасли в связи с задачами по повышению эффективности газонефтедобычи, которая определяется сокращением эксплуатационных затрат на добычу и капитальный ремонт скважин, одним из ответственных элементов которых являются обсадные трубы. Предложен подход с использованием инструментов стандартизации для внедрения лазерной сварки при строительстве обсадной колонны для нефтегазодобычи.

Ключевые слова: опережающая стандартизация, лазерные промышленные технологии, лазерная сварка, нефтегазодобывающий комплекс.

Цитирование: Толкачева А.В. Использование инструментов стандартизации для внедрения лазерных технологий в промышленный сектор экономики // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 2 (83). С. 107–115.

ВВЕДЕНИЕ

Указом Президента Российской Федерации определены национальные цели развития страны на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года, в том числе «технологическое лидерство» и «устойчивая и динамичная экономика». В качестве одного из эффективных механизмов, способствующих достижению национальных целей в обеспечении технологического суверенитета РФ, выступает стандартизация. Благодаря стандартам создаются новые механизмы, направленные на появление передовых отраслей, внедрение инноваций, масштабирование наилучших компетенций и практик, развитие сквозных технологий в различных отраслях промышленности. Эти задачи поставлены перед разработчиками нормативной документации в соответствии с Концепцией технологического развития на период до 2030 года, утвержденной Правительством РФ.

Наука о лазерах и лазерных технологиях – фотоника, является бурно развивающейся областью знаний. На основе последних достижений физики и техники в последние годы созданы новые типы мощных технологических волоконных лазеров с существенно более высокой энергетической

эффективностью, и в результате этого существенно расширился диапазон выполняемых функций лазерной техники. Фотоника охватывает широкий спектр применения и играет все более важную роль в решении глобальных вызовов и формировании технологий будущего.

В настоящее время к числу лазерных промышленных технологий относятся сварка, термоупрочнение, наплавка, резка, размерная обработка, маркировка и многие другие. В некоторых случаях лазерные технологии находятся вне конкуренции, так как с помощью лазеров можно получить технические и экономические результаты, которых нельзя достичь другими техническими средствами. Спектр оборудования, используемого для лазерной обработки материалов, чрезвычайно широк. Большинство производителей поставляют на рынок не отдельные технологические лазеры, а лазерные технологические комплексы для промышленного использования [1, 2].

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

В современных условиях рыночной экономики сложилась ситуация, при которой разработка и пересмотр стандартов

должны осуществляться по инициативе органа по стандартизации заинтересованными организациями в зависимости от состояния экономики, а также развития научного прогресса.

Связь стандартизации и инноваций более чем очевидна. Одним из ключевых мероприятий стратегии развития обрабатывающей промышленности России является технологическая политика, предусматривающая опережающее развитие стандартизации. С одной стороны, стандартизация содействует инновационному процессу с его начальных стадий (делает его управляемым), с другой – обеспечивает его доступность (содействует внедрению инновационного продукта в производство). Таким образом, стандарты предшествуют инновациям, устанавливая критерии для проектирования и эксплуатационные характеристики, которые будут отвечать требованиям потребителей. В то же время инновация может стать основной для нового стандарта [3].

Опережающая стандартизация представляет собой разработку документов на основе научно обоснованных и реально достижимых требований к продукции, процессам, методам контроля и испытаний. Опережающая стандартизация может использоваться как эффективный инструмент поддержки импортозамещения путем определения объекта опережающей стандартизации и показателей перспективного технического уровня продукции [3]. Однако это влечет за собой необходимость изучения не только инструментов стандартизации, а также лазерного оборудования, лазерных технологий и особенностей процессов и явлений, происходящих при взаимодействии материалов и лазерного излучения.

По нашему мнению, одним из самых эффективных и коротких путей для внедрения передового опыта на промышленных предприятиях является повышение нормативного статуса стандартов организации (СТО) и технических условий (ТУ) до уровня национальных стандартов. Цели разработки СТО совпадают с целями деятельности стандартизации и соответствуют общим принципам по № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». СТО и ТУ разрабатываются одной организацией или группой компаний, которые имеют соответствующий опыт и знания

в определенной сфере наукоемких технологий, и при участии специалистов по стандартизации.

В условиях современной экономики СТО применяются как внутрифирменная нормативная база, они позволяют быстрее принимать технические решения и осуществлять их апробацию перед установлением этих требований в национальных стандартах [4].

В СТО/ТУ могут быть включены положения, разработанные на основе результатов НИР и НИОКР, а также установлены требования к применению нового оборудования и технологии или повышенные требования к показателям качества изготавливаемой продукции. Следует отметить также, что утвержденные в организации или ассоциации СТО являются обязательными для применения, таким образом они обеспечивают качество производимого оборудования и выполняемых технологических операций.

Также следует принять во внимание, что на основании СТО и ТУ допускается проводить оценку соответствия продукции, работ и услуг.

Вследствие этого СТО/ТУ организаций – разработчиков лазерного оборудования и отраслевых ассоциаций содержат прогрессивные требования к лазерным технологиям и закрепляют положительный опыт применения нового оборудования, технологий и материалов на промышленных предприятиях.

На основании Приказа Росстандарта от 30.04.2021 № 651 СТО и ТУ могут быть зарегистрированы в Федеральном информационном фонде стандартов (ФИФС) по инициативе организации, утвердившей данные СТО/ТУ. Предоставление информации из ФИФС осуществляется посредством подачи обращения с указанием конкретного документа в рамках государственной услуги.

Но для выполнения принципа доступности информации о документах по стандартизации, закрепленного в № 162-ФЗ, необходимо переводить СТО в национальные стандарты,



Рис. 1. Этапы повышения нормативного статуса документов по стандартизации

так как документы по стандартизации должны содействовать передаче информации об инновациях всем заинтересованным сторонам, тем самым выступая в качестве некоего ускорителя продвижения инноваций во всех отраслях народного хозяйства.

Предлагается следующая схема последовательности повышения нормативного статуса документов по стандартизации (рис. 1).

Применение принципов опережающей стандартизации в фотонике – это объективная потребность в связи с быстрым развитием техники и технологии, а также повышением требований к качеству обрабатываемых материалов и конкурентоспособности выпускаемой продукции.

В том числе и поэтому стандартизация фотоники за последние годы активно развивается. В настоящее время по лазерной обработке металлических материалов утверждено 48 документов по стандартизации (без учета стандартов на аддитивные технологии). Ситуация на 01.01.2025 приведена на рис. 2.



Рис. 2. Количество национальных стандартов по лазерным технологиям

Однако следует отметить, что количества национальных стандартов собственной разработки явно недостаточно. Это приводит к отсутствию систематизации требований к лазерным системам и их компонентам, а также к несоответствию стандартов современному состоянию научно-технического прогресса по лазерному направлению. В частности, в отношении лазерного источника как объекта стандартизации необходимо установить технические требования к различным видам лазеров – твердотельным, газовым, волоконным, дисковым и др. Поскольку больше половины лазеров для технологических применений приходится на волоконные лазеры (52%) [5] и они постепенно вытесняют другие типы лазеров, следовательно, разработка стандартов на волоконные лазеры будет наиболее актуальна и востребована. Необходимо подчеркнуть, что большинство отечественных стандартов, утвержденных в 2019–2023 годах, являются идентичными стандартам ISO и EN.

Одним из примеров стандартов, не имеющих аналогов, является ГОСТ Р 71028–2023 «Оптика и фотоника. Оборудование на базе волоконных лазеров. Требования лазерной безопасности», который устанавливает новую классификацию лазерного оборудования, в зависимости от используемых средств защиты, а не класса опасности лазерной аппаратуры по ГОСТ IEC 60825–1 и ГОСТ 31581 [6]. Стандарт был разработан на основе результатов исследований путей обеспечения безопасности персонала от воздействия лазерного излучения [7] и стал решением проблем при освоении и вводе в эксплуатацию лазерного оборудования на предприятиях.

Из диаграммы (рис. 2) следует, что половина действующих стандартов посвящена лазерной сварке (48%). Это связано с тем, что лазерная сварка является наиболее востребованным технологическим процессом, нуждающимся в строгой и конкретной регламентации.

Лазерная сварка фактически становится базовым процессом в машиностроении, автомобилестроении и других материалообрабатывающих отраслях промышленности. Однако ее внедрение в такие стратегически важные отрасли, как судостроение, энергетика, атомная промышленность и нефтегазодобывающая отрасль, серьезно затруднено именно отсутствием соответствующих нормативных и регулирующих документов. Традиционно эти отрасли имеют особенные, как правило, повышенные требования и правила технического регулирования на отраслевом уровне (отраслевые ФОИВ, ГК). Несмотря на то, что «отраслевые стандарты» с сентября 2025 г. не допускается применять в качестве документов по стандартизации в соответствии со ст.35 №162-ФЗ, сфера технического регулирования сохраняет три уровня: государственное отраслевое регулирование и регулирование на уровне предприятий. Для внедрения лазерной сварки в отрасли необходимо обеспечить соответствие процесса и контроля качества сварных соединений государственным и отраслевым требованиям.

Открытым остается вопрос специфики применения указанных в стандартах требований к процессу лазерной сварки в отдельных отраслях со специфическими условиями эксплуатации, а также требований к сварной продукции определенного назначения, полученной с использованием лазерного излучения. Современная действительность требует, чтобы оборудование и технология были оптимизированы под конкретное применение. Наступило время кастомизированного лазерного оборудования, которое предназначено для определенных производственных процессов и отраслей [8].

Рассмотрим несколько примеров внедрения лазерной сварки в некоторые отрасли промышленности.

Железнодорожный транспорт и подвижной состав. Технологию для роботизированной гибридной лазерно-дуго-

вой сварки успешно применяют при изготовлении тележек грузовых и пассажирских железнодорожных вагонов и сварке панелей для вагонов метрополитена [9].

Судостроение. В последнее десятилетие активно развивается гибридная лазерно-дуговая сварка (ГЛДС) в судостроении. Разрабатываются нормативные документы и ведется модернизация заготовительного производства для внедрения ГЛДС при постройке судов пассажирского и ледового класса. В последние годы вышли нормативные документы, позволяющие включать лазерную и гибридную сварку в конструкторскую документацию [10]. Так, с начала 2024 года разрабатывается проект национального стандарта ГОСТ Р ИСО «Сварка и родственные процессы. Технические требования к процессу гибридной лазерно-дуговой сварки металлических материалов» на основе международного стандарта ISO 23493:2020, но является модифицированным по отношению к нему путем внесения дополнительных требований и исправления технологических неточностей в оригинальном тексте с учетом особенностей применения технологии в РФ.

Однако для внедрения лазерно-дуговых технологий в судостроении требуется ввести в действие нормативные отраслевые документы. Поэтому НТО «ИРЭ-Полус» (разработчик и изготовитель лазерного оборудования) совместно с Российским Морским Регистром судоходства ведет работу по внесению в Правила классификации и постройки морских судов раздела по применению ГЛДС. По результатам исследований и разработок технологий сварки, создания и применения технологического оборудования проводятся дальнейшие работы по актуализации отраслевой нормативно-технической документации [11].

Нефтегазовый комплекс (НГК) является приоритетной и, судя по предварительным результатам, весьма перспективной областью для применения лазерных технологий. Огромная роль в индустрии отводится ускорению внедрения специализированного технического оснащения современным оборудованием и эффективными инновационными технологиями. Основные задачи стандартизации в нефтегазовом комплексе – создание российских решений в сфере стандартизации, иностранных аналогов которым не существует. А это уже относится к категории не импортозамещения, а импортоопережения [12]. Современные достижения науки и техники предлагают множество технических решений в отношении применения лазерной сварки для нужд НГК, но должного внедрения они в настоящее время не получили.

Комбинированная многопроходная технология лазерной сварки находит применение при сварке труб большого диаметра для магистральных трубопроводов [1]. Для реализации технологии лазерной сварки труб в полевых условиях в начале 2017 г. был разработан самоходный агрегат лазерной сварки – САЛС [13]. Требования к качеству и на-

дежности сварных соединений, регламентированные соответствующей нормативной документацией, реализуются в соответствии со СТО Газпрома и полностью выполняются.

В условиях современного развития нефтегазодобывающая промышленность сталкивается с новыми вызовами, связанными с необходимостью освоения новых месторождений и скважин, отличающихся твердостью пород, суровыми климатическими и сложными сейсмическими условиями, кроме того, усложняются условия самого процесса бурения скважин из-за неравномерности залегания пластов, требуется изменение плоскости (наклонное бурение под углом и др.) [14,15]. В связи с этим в добывающих отраслях промышленности и секторах экономики требуется повышение эффективности газонефтедобычи, которая определяется сокращением эксплуатационных затрат на добычу и капитальный ремонт скважин, одним из ответственных элементов которых являются обсадные трубы. Учитывая, что проектный срок эксплуатации буровых вышек (колонн) составляет 25 лет [16], такие же требования предъявляются к ресурсу обсадных труб, поэтому постоянно требуется расширение сортамента (типоразмеров) за счет увеличения их геометрических размеров и повышения требований к механическим свойствам металла труб. На сегодняшний день вопросы сокращения времени цикла строительства скважин и улучшения технико-экономических показателей остаются ключевыми элементами стратегии компаний – производителей добывающего оборудования и инструмента [17].

В этих условиях одним из востребованных инновационных технологических решений для нефтегазовой отрасли является разработка технологии и оборудования для орбитальной лазерной сварки обсадных труб при строительстве обсадной колонны. Использование этой технологии позволяет заменить традиционное резьбовое (при помощи специальных муфт) соединение труб на сварное соединение, что позволит снизить стоимость и время монтажа обсадной колонны и буровой вышки одновременно с повышением герметичности соединений [18]. По нашим данным, результаты расчетов демонстрируют возможность существенной экономии материалов при замене муфтовых обсадных колонн на сварные. Уменьшается расход стали (на 25% – 39%) и цемента (на 40% – 56%), также снижается объем выбуренной породы, что должно привести к уменьшению затрат на буровой инструмент, буровой раствор, в том числе на его очистку и утилизацию шлама. Снижение расходов на обсадные колонны достигается уменьшением их массы, а также заменой дорогостоящих муфтовых труб на гладкие трубы для сварки. Способ орбитальной лазерной сварки обсадных стальных труб и лазерное оборудование для его реализации являются полностью отечественной разработкой, что защищено соответствующим патентом [19].

Наряду с учетом опережающих требований, предъявляемых к материалу, оборудованию и технологическому процессу сварки обсадных труб, следует уделять внимание взаимосвязанности и комплексности выполнения этих требований. Для эффективного внедрения лазерных технологий в промышленность нормативная база должна содержать требования ко всем элементам и этапам осуществления процесса лазерной обработки. В этом заключается главный принцип комплексной стандартизации. Стандарты для каждого элемента должны включать терминологию, требования к материалам, показатели качества конечной продукции, методы контроля и испытаний, требования к обеспечению безопасности, технические требования к лазерному оборудованию и технологическому процессу.

Для применения технологии лазерной сварки обсадных труб в условиях эксплуатации буровой установки важным является решение следующих вопросов:

- 1) учет особенностей эксплуатации лазерного оборудования, его технические характеристики и показатели надежности;
- 2) обеспечение промышленной безопасности при применении сварочной технологии на буровой установке;
- 3) подготовка персонала для управления лазерным оборудованием и контроля качества сварных соединений;

- 4) область применения лазерной сварки для используемой номенклатуры обсадных труб;
- 5) показатели качества сварного соединения обсадных труб.

Обозначенные вопросы могут быть решены с помощью инструментов стандартизации, путем разработки системы нормативной документации для формирования и увязки перспективных требований в соответствии с уже существующими нормативными документами. Вместе с тем технология лазерной сварки должна отвечать требованиям отрасли, в частности к скорости сварки, выполнению сварочного процесса труб без разделки, с получением равнопрочного сварного соединения, не требующего последующей механической и термической обработки [18].

Актуальность исследования состоит в том, что в действующих документах нет требований к технологии лазерной сварки обсадных труб и контролю качества сварных соединений в условиях строительства буровой колонны, что влечет за собой трудности для сертификации и аттестации процесса лазерной сварки неповоротных стыков обсадных труб.

Как было указано ранее, для внедрения новой технологии в отрасли необходимо учитывать требования федеральных и надзорных органов. В отношении НГК применительно к

Требования государственных и отраслевых надзорных органов

КАТЕГОРИЯ ТРЕБОВАНИЙ	КОНТРОЛИРУЮЩИЙ ОРГАН	ДОКУМЕНТ
Требования безопасности	Ростехнадзор (промбезопасность)	■ ФЗ № 184 «О техническом регулировании»; ■ ФЗ № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; ■ ФНП № 534 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утв. приказом Ростехнадзора № 534 от 15.12.2020 г.; ■ ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»; ■ ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»; ■ ГОСТ Р 71028–2023 «Оптика и фотоника. Оборудование на базе волоконных лазеров. Требования лазерной безопасности»
Требования к персоналу	Ростехнадзор (аттестация сварочного производства)	■ РД 03-495–02 Специалисты сварочного производства и операторы лазерных установок
Требования к оборудованию	Ростехнадзор (аттестация сварочного производства)	■ РД 03-614–03 Сварочное оборудование; ■ СТО/ТУ «Комплекс орбитальной лазерной сварки обсадных труб. Общие технические условия»
Требования к технологии	Ростехнадзор ИНТИ РМРС	■ РД 03-615–03 Сварочные технологии; ■ СТО ИНТИ «Лазерная сварка обсадных труб для нефтегазодобычи в условиях буровых установок. Технологический процесс»; ■ Правила классификации и постройки плавучих буровых установок (ПБУ) и морских стационарных платформ (МСП)
Требования к сварочным материалам	Ростехнадзор РМРС	■ РД 03-613–03 Сварочные материалы
Требования к обсадным трубам	Заказчик	■ ГОСТ 31446–2017 (ISO 11960:2014) Трубы стальные обсадные и насосно-компрессорные для нефтяной и газовой промышленности. Общие технические условия; ■ ГОСТ ISO 13679–2023 Трубы стальные обсадные и насосно-компрессорные для нефтяной и газовой промышленности. Методы испытаний резьбовых соединений; ■ ГОСТ 632–80 Трубы обсадные и муфты к ним. Технические условия

лазерной сварке обсадных труб к ним относятся: Ростехнадзор, Российский Морской регистр судоходства (РМРС) в отношении добычи нефти и газа в акватории прибрежного шельфа и АНО «Институт нефтегазовых технологических инициатив» (ИНТИ), который ведет разработку и утверждение единых отраслевых требований (стандартов) на нефтегазовое оборудование и технологии (см. таблицу).

Инструментом для внедрения технологии лазерной сварки обсадных труб могут выступать разработка и утверждение СТО ИНТИ. В настоящее время в рамках законодательства утверждена схема формирования и реализации процедуры «ускоренной» разработки национальных стандартов и ПНСТ на основе утвержденных СТО ИНТИ [20].

Стандарт организации должен быть разработан с учетом требований законодательных актов и обобщения передового опыта в области создания и применения в трубопроводном строительстве труб и соединительных деталей из углеродистых, низколегированных, легированных и высоколегированных сталей для нефтегазодобычи в условиях буровых установок на континенте и в акватории прибрежного шельфа на плавучих буровых установках и морских стационарных платформах. СТО должен устанавливать требования и содержать информацию в отношении технологии лазерной сварки труб обсадных колонн, технологического оборудования для лазерной сварки обсадных труб для нефтегазодобычи в условиях эксплуатации буровых установок с открытым подроторным пространством. Комплекс стандартов будет содержать основные характеристики технологического процесса лазерной сварки обсадных труб и правила оценки качества сварных соединений

методами разрушающего и неразрушающего контроля. Эти стандарты могут стать основой для последующей разработки технологических регламентов, стандартов или иной технической и руководящей документации организаций при строительстве скважин с применением комплекса лазерной сварки обсадных труб.

С точки зрения процессного подхода технологию лазерной сварки можно представить на схеме, рис. 3.

Исходя из рис. 3 комплекс стандартов на технологию лазерной сварки обсадных труб для нефтегазодобычи должен содержать требования к лазерному сварочному оборудованию, обсадным трубам, сварочным материалам, ко всем этапам технологического процесса: подготовительным работам, монтажу оборудования на роторном столе, сборке труб, подготовке к сварке, процессу сварки, контролю качества сварных соединений, а также требования к квалификации персонала и требования безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, стандартизация является эффективным инструментом внедрения новых технологических процессов, обеспечивая их управляемость и доступность для всех промышленных предприятий, вне зависимости от отраслевой принадлежности. Опережающие стандарты устанавливают критерии для проектирования и задают эксплуатационные характеристики для повышения качества продукции за счет обновления производственной базы, способствующей формированию высокого технического уровня, обеспечивающего интенсификацию производства. Эффектив-



Рис. 3. Схема технологии лазерной сварки обсадной колонны

ным инструментом для оперативного внедрения лазерных технологий на промышленные предприятия является разработка СТО/ТУ с дальнейшим повышением нормативного статуса СТО/ТУ до уровня национальных стандартов.

Целью стандартизации в области фотоники является расширение сферы применения лазерного оборудования и процессов лазерной обработки на промышленных предприятиях, выпускающих продукцию ответственного назначения в различных секторах экономики. Решение задач по внедрению лазерных технологий в промышленное производство предприятий машиностроения и добывающих отраслей требует создания комплексной нормативной базы,

устанавливающей научно обоснованные и реально достижимые требования, полученные на основе достижений НИОКР, с обязательным соблюдением действующих государственных и отраслевых требований.

Применение лазерной сварки при строительстве обсадной колонны буровых вышек является инновационным техническим решением и создает экономические и технологические преимущества для НГК по сравнению с традиционной технологией резьбового муфтового соединения труб. Основной проблемой при внедрении этой технологии является отсутствие нормативных документов для сертификации и аттестации процесса лазерной сварки обсадных труб.

Список использованных источников и литературы

1. Евтихий Н.Н., Очин О.Ф., Бегунов И.А. Лазерные технологии: учеб. пособие. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2020. – 240 с.
2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.
3. Белобрагин В.Я. Импортзамещение как элемент устойчивого развития страны // Стандарты и качество. 2022. № 8. С. 92–97.
4. Белобрагин В.Я. Стандарты организаций и современное производство // Стандарты и качество. 2016. № 2. С. 36–39.
5. Fretty P. Optimism remains despite headwinds // Laser Focus World. 2023. no.1. P. 32–37.
6. Толкачева А.В., Крючина О.А., Садовников И.Э. Лазерная безопасность. Решение есть! Новый стандарт. Передовые концепции // Лазер-Информ. 2024. № 4 (763). С. 6–9.
7. Крючина О.А. Безопасная эксплуатация лазерного технологического оборудования // РИТМ Машиностроения. 2022. № 10. С. 34–37.
8. Евтихий Н.Н. Новый статус компании «ИРЭ-Полюс» // Лазер-Информ. 2024. № 22 (781). С. 1–3.
9. Богатырёв Б.Ю. Развитие производства подвижного состава для метрополитенов на АО «МЕТРОВАГОНМАШ». Использование для изготовления вагонов метро современных технологий и инновационных материалов // МЕТРО INFO International. 2019. № 3. С. 10–13.
10. Грезев Н.В. Современные лазерно-дуговые технологии, рекомендации по применению в судостроении // Мир сварки. 2024. № 1 (57). С. 37–39.
11. Орыщенко А.С., Горбач В.Д. Решение межотраслевой научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы развития сварки и родственных технологий в судостроении» // Мир сварки. 2024. № 1 (57). С. 12–14.
12. Макиева А. Опережающая стандартизация как важнейший инструмент технологического суверенитета // Стандарты и качество. 2023. № 12 (1038). С. 12–17.
13. Ушаков А.Б., Морозова О.П. и др. Технология лазерной сварки магистральных трубопроводов // Газовая промышленность. 2017. Спецвыпуск № 2. С. 100–107.
14. Малинина Н.А., Пильник Ю.Н. и др. Моделирование потери устойчивости буровой колонны при наклонно-направленном бурении нефтегазовой скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2024. № 8 (380). С. 12–18.
15. Коротков С.А., Спирина О.В. Оптимизация технико-технологических решений по теплозащите и креплению скважин месторождений Крайнего Севера // Бурение и нефть. 2022. № 4. С. 34–37.
16. Галимуллин М.Л., Прохоров В.М., Загидулин Р.В., Загидулин Т.Р. Метод магнитного контроля и оценки остаточного ресурса элементов металлоконструкции буровых установок // ТехНАДЗОР. 2011. № 2 (51). С. 26–28.
17. Кривошеев А.В., Шутенков А.А., Тимофеев В.И. Передовые разработки для решения сложнейших задач при строительстве скважин // Бурение и нефть. 2024. № 4. С. 46–47.
18. Чирков А.М., Очин О.Ф., Грезев Н.В. Технология лазерной сварки. Методические рекомендации. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2022. – 192 с.
19. Патент № 2759457 С1 Российская Федерация, МПК В23К 26/24, В23К 26/70, В23К 101/06. Способ орбитальной лазерной сварки нефтяных стальных труб, устройство и система, его реализующие: № 2020143620: заявл. 28.12.2020: опубл. 15.11.2021 / А.Н. Афанасьев, Д.П. Быковский, Н.В. Грезев [и др.]; заявитель ООО НТО «ИРЭ-Полюс».
20. Кузнецов Н.Г. ИНТИ – единство в требованиях для достижения технологического суверенитета // Стандарты и качество. 2023. № 12 (1038). С. 24–27.

STANDARDIZATION TOOLS FOR THE INTRODUCTION OF LASER TECHNOLOGIES IN THE INDUSTRIAL SECTOR OF THE ECONOMY

Tolkacheva A.V., applicant, lead engineer OOO NTO «IRE-Polus»

The author of the article considers the subject area of standardization in the field of laser industrial technologies. The basic principles and potential of using advanced and integrated standardization for the development of regulatory documents in the field of photonics are reviewed. The possibility of introducing laser technologies into industry through the development of organizational standards with a further increase in their regulatory status is considered. The examples of successful development of regulatory documents for the use of laser welding in key industrial sectors are analyzed. It is assumed to apply the principles of advanced and integrated standardization for the introduction of laser welding in the oil and gas industry is considered.

The study analyzed the requirements of the oil and gas industry in connection with the tasks of improving the efficiency of gas and oil production, which is determined by reducing operating costs for production and major repairs of wells, one of the critical elements of which are casing pipes. The technology for orbital laser welding of casing pipes is considered as a replacement for the traditional threaded connection (using couplings). The main problem with the introduction of this technology is the lack of regulatory documents for certification and attestation of the laser welding process of casing pipes. An approach using standardization tools for the introduction of laser welding in the construction of a casing is proposed. Through standardization, issues related to the operation of laser equipment, safety and personnel training can be resolved, as well as the scope of laser welding for casing pipes used in oil and gas production can be established. Standards should set requirements for the quality of the laser welding process.

Currently, the mechanism for the introduction of laser welding may be the development of industry standards by Institute of Oil and Gas Technology Initiatives with the participation of the developer of laser welding technology and laser equipment.

Keywords: advanced standardization, laser industrial technologies, laser welding, oil and gas industry.

For citation: Tolkacheva A.V. Standardization tools for the introduction laser technologies in the industrial sector of the economy. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 2 (83): 107–115. (In Russ.).

References

1. Evtihiev, N.N., Ochinnikov, O.F., Begunov, I.A. Lazernye tekhnologii [Laser technology]. Dolgoprudnyj, Izdatel'skij dom «Intellect», 2020, 240 p.
2. Grigor'yanc, A.G., Shiganov, I.N., Misyurov, A.I. Tekhnologicheskie processy lazernoj obrabotki [Technological processes of laser processing]. Moscow, Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2006, 664 p.
3. Belobragin, V.Ya. Imortozameshcheniye kak element ustoychivogo razvitiya strany [Import substitution as an element of the country's sustainable development]. Standarty i kachestvo. 2022, no. 8, pp. 92–97.
4. Belobragin, V.Ya. Standarty organizatsiy i sovremennoye proizvodstvo [Standards of organizations and modern production]. Standarty i kachestvo. 2016, no. 2, pp. 36–39.
5. Fretty, P. Optimism remains despite headwinds. Laser Focus World. 2023, no.1, pp. 32–37.
6. Tolkacheva, A.V., Kryuchina, O.A., Sadovnikov, I.E. Lazernaya bezopasnost. Resheniye est! Novyy standart. Peredovyye kontseptsii [Laser safety. There is a solution! The new standard. Advanced concepts]. Laser-Inform. 2024, no. 4 (763), pp. 6–9.
7. Kryuchina, O.A. Bezopasnaya ekspluatatsiya lazernogo tekhnologicheskogo oborudovaniya [Safe operation of laser technological equipment]. RITM Mashinostroeniya. 2022, no. 10, pp. 34–37.
8. Evtihiev, N.N. Novyy status kompanii «IRE-Polus» [The new status of the IRE-Polus company]. Laser-Inform. 2024, no. 22 (781), pp. 1–3.
9. Bogatyryov, B.Yu. Razvitiye proizvodstva podvizhnogo sostava dlya metropolitenov na AO «METROVAGONMASH». Ispolzovaniye dlya izgotovleniya vagonov metro sovremennykh tekhnologiy i innovatsionnykh materialov [Development of the production of rolling stock for subways at JSC METROVAGONMASH. The use of modern technologies and innovative materials for the manufacture of subway cars] METRO INFO International. 2019, no. 3, pp. 10–13.

10. Grezev, N.V. Sovremennyye lazerno-dugovyie tekhnologii. rekomendatsii po primeneniyu v sudostroyenii [Modern laser-arc technologies, recommendations for use in shipbuilding]. Mir svarki. 2024, no. 1 (57), pp. 37–39.
11. Oryshchenko, A.S., Gorbach V.D. Resheniye mezhotraslevoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya svarki i rodstvennykh tekhnologiy v sudostroyenii» [Decision of the interdisciplinary scientific and technical conference «Current state and prospects of welding and related technologies in shipbuilding»]. Mir svarki. 2024, no.1 (57), pp. 12–14.
12. Makieva, A. Operezhayushchaya standartizatsiya kak vazhneyshiy instrument tekhnologicheskogo suvereniteta [Advanced standardization as the most important tool of technological sovereignty]. Standarty i kachestvo. 2023, no.12 (1038), pp. 12–17.
13. Ushakov, A.B., Morozova, O.P. Tekhnologiya lazernoy svarki magistralnykh truboprovodov [Laser welding technology of main pipelines]. Gazovaya promyshlennost'. 2017, special no. 2, pp. 100–107.
14. Malinina, N.A., Pil'nik, Yu.N. Modelirovaniye poteri ustoychivosti burilnoy kolonny pri naklonno-napravlennom burenii neftegazovoy skvazhiny [Modeling the loss of stability of a drill string during directional drilling of an oil and gas well]. Stroitel'stvo neftyanyh i gazovyh skvazhin na sushe i na more. 2024, no. 8 (380), pp.12–18.
15. Korotkov, S.A., Spirina, O.V. Optimizatsiya tekhniko-tekhnologicheskikh resheniy po teplozashchite i krepleniyu skvazhin mestorozhdeniy Kraynego Severa [Optimization of technical and technological solutions for thermal protection and fastening of wells in the Far North fields]. Burenie i nef't'. 2022, no. 4, pp. 34–37.
16. Galimullin, M.L., Prohorov, V.M., Zagidulin, R.V., Zagidulin, T.R. Metod magnitnogo kontrolya i otsenki ostatochnogo resursa elementov metallokonstruktsii burovnykh ustanovok [Method of magnetic monitoring and evaluation of the residual resource of the elements of the metal structure of drilling rigs]. TekhNADZOR. 2011, no. 2 (51), pp. 26–28.
17. Krivosheev, A.V., Shutenkov, A.A., Timofeev, V.I. Peredovyye razrabotki dlya resheniya slozhneyshikh zadach pri stroitelstve skvazhin [Advanced developments for solving the most difficult tasks in the construction of wells]. Burenie i nef't'. 2024, no. 4, pp. 46–47.
18. Chirkov, A.M., Ochinnikov, O.F., Grezev, N.V. Tekhnologiya lazernoy svarki. Metodicheskie rekomendatsii [Laser welding technology. Methodological recommendations]. Dolgoprudnyj, Izdatel'skiy dom «Intellekt», 2022, 192 p.
19. Patent RU 2759457S1 Sposob orbital'noj lazernoy svarki neftyanyh stal'nyh trub, ustrojstvo i sistema, ego realizuyushchie [The method of orbital laser welding of oil steel pipes, the device and the system implementing this method] Afanas'ev A.N., Bykovskij D.P., et al.; Patentobladatel': OOO NTO «IRE-Polus» (RU).
20. Kuznecov, N.G. INTI – edinstvo v trebovaniyakh dlya dostizheniya tekhnologicheskogo suvereniteta [INTI – unity in the requirements for achieving technological sovereignty]. Standarty i kachestvo. 2023, no. 12 (1038), pp. 24–27.