

Потенциал применения титана на объектах газо- и нефтедобычи

ПАО «Корпорация ВСПО-АВИСМА» является сегодня одним из ключевых производителей титановых полуфабрикатов в мире и остается единственным в России интегрированным производителем титановой продукции, включая готовое оборудование.

На предприятии освоен выпуск продукции из 33 сплавов на базе титана, созданы целевые сплавы под заданные рабочие характеристики детали/изделия. Все эти разработки используются в высокотехнологичных отраслях: авиастроении, кораблестроении, атомной энергетике, химической и нефтехимической промышленности, в нефтегазодобывающем комплексе.

Применение титановых сплавов как конструкционных материалов является уже традиционным при изготовлении оборудования для опреснения морской воды, в сооружении морских платформ для разведки месторождений, добычи нефти и природного газа на шельфе. Применение титана в этой области будет расти, так как сегодня центр материковой нефтегазодобычи всё больше смещается в северные территории, в зону отрицательных температур и сложных природных рельефов, что ведет к увеличению себестоимости добываемых нефти и газа и предъявляет дополнительные требования к надежности и долговечности оборудования (таб. 1).

Титановые сплавы с успехом применяются

как на объектах морского базирования (платформы различного назначения, обустройство береговых терминалов для целей сжижения/регазификации природного газа), так и для объектов материковой зоны (газовые турбины, подогреватели газа, технологическое оборудование для организации процесса синтеза сложных углеводородов на базе природного газа с внедрением галогенов и других соединений). Основным требованием к материалу в области нефтегазодобычи является его устойчивость к коррозионному воздействию хлор-иона (присутствует в морской воде, пластовых водах, технологических средах обслуживания скважин и т.д.), серосодержащих соединений (тиосульфаты, сероводород и т.п.), так как в отличие от нержавеющей стали и специальных сталей титановые сплавы обладают иммунитетом к межкристаллитной коррозии.

Мировой опыт эксплуатации оборудования систем морской воды, изготовленных из углеродистой стали и медных сплавов, показывает, что срок их службы практически полностью, особенно в условиях низких

гидростатических давлений, определяется коррозионной стойкостью этих материалов в реальных конструкциях труб и оборудования, которые вследствие резко переменной формы и размеров сечения проточной части формируют турбулентное отрывное течение с высокими местными скоростями воды, вызывающими вследствие низкой поляризуемости указанных материалов наиболее опасный вид коррозии — струевую. Титан в условиях струевой коррозии оказался абсолютно устойчивым, скорость коррозии медьсодержащих сплавов под воздействием морской воды увеличилась в 10 раз. Допустимая скорость морской воды в системах из титановых сплавов достигает 30 м/с — это позволяет безопасно повысить скорость потока в системах с трубопроводом меньшего диаметра и меньшего радиуса изгиба труб. Способность титана выдерживать высокоскоростной поток рабочей среды в сочетании с низкой адгезией позволяет противостоять микробиологическому обрастанию и механическим заносам рабочего пространства теплообменного и емкостного оборудования.

Таб. 1. Потенциальные направления использования титановых полуфабрикатов с указанием видов и сплава

Область применения	Перечень применяемых полуфабрикатов	Сплавы на базе титана	Показания к применению, наличие практики применения	Наличие/отсутствие рисков
Газоперекачивающие установки в составе газовых турбин	Поковки/штамповки/диски, сортовой прокат	Вт6, Вт8, Вт3-1, Вт9 и др. высокопрочные сплавы	Высокие прочностные характеристики/практика применения в авиационных двигателях	Отсутствуют: серийная технология МПП Салют, УМПО, ПЗмаш и другие
Трубопроводные системы платформ континентального шельфа, береговых терминалов, придонного оборудования	Трубы бесшовные, продольно-сварные, элементы трубопроводов	Вт1-0 (зарубежный аналог Gr2), От4-0. Возможно применение морских сплавов: Пт-3В, Пт-1М, Пт-7М, 3М	Высокие коррозионные свойства к хлор-иону, сероводороду и др./ Практика применения в военном кораблестроении, опреснительных установках, в установках получения поваренной соли (NaCl)	Риски: малая практика конструирования на предприятиях РФ в области обустройства и аппаратного оформления объектов добычи, сепарации, сжижения природного газа, как следствие, отсутствие конструктивных решений по совместному применению титана и стандартных конструкционных сталей; методик расчета с учетом прочностных и теплопередающих характеристик титана; необходимость создания нормативной базы
Запорная, регулирующая арматура, корпуса для оборудования при проведении геодезии, контроля и обслуживания скважин	Штампованные заготовки корпусов задвижек, клапанов и т.д.	Сплавы Вт1-0, Вт6, 3М, Пт-3В, От4-0	Высокие механические и коррозионные свойства, применим опыт производства корабельной арматуры, малая плотность	Отсутствуют. Требуется сертификация на соответствие требованиям «Газпрома», достаточное количество российских производителей с обширной практикой работы по титану со своими КБ
Технологическое оборудование (теплообменники, сепараторы)	Сортовой, трубный, плоский прокат. Готовое оборудование	Титан марки Вт1-0, От4-0	Высокие коррозионные свойства, малая плотность. Применим опыт использования МЛСП «Приразломная», Сахалин-1,2	Аналогично направлению по трубопроводам

Таб. 2. Коррозионная стойкость титановых сплавов

Вид коррозии	Медные сплавы	Сталь 316	Н/сталь 6Мо и дуплекс	Титановые сплавы
Общая	Стойкие/Нестойкие	Стойкая	Стойкие	Стойкие
Щелевая	Нестойкие	Нестойкая	Нестойкие (>25 °С)	Стойкие (<80 °С)
Питтинг	Нестойкие	Нестойкая	Стойкие	Иммунные
Коррозионная усталость	Нестойкие	Нестойкая	Нестойкие	Иммунные
Микробиологическая коррозия	Нестойкие	Нестойкая	Нестойкие	Иммунные
Коррозия сварного шва	Нестойкие	Нестойкая	Нестойкие	Иммунные
Эрозия-коррозия	Нестойкие	Стойкая	Стойкие	Весьма стойкие

Сравнительные характеристики коррозионной стойкости медно-никелевых сплавов, легированных сталей и титановых сплавов

Условия эксплуатации нефтепромыслового оборудования во многом аналогичны условиям эксплуатации изделий судового машиностроения, однако имеются и довольно существенные отличия:

- более высокая степень минерализации пластовой воды;
- наличие в рабочих средах сероводорода и углекислого газа;
- наличие аэробных и анаэробных (особенно сульфидообразующих) составляющих в продуктах добычи и окружающей среде;
- повышенные температуры рабочих сред;
- пониженные температуры атмосферы до -40...-50 °С;
- возможность солевых и парафинообразных отложений на поверхностях;
- высокое давление рабочих сред;
- наличие абразивных компонентов в транспортируемых продуктах.

Разумная техническая политика должна предусматривать применение на судах высококачественных материалов и оборудования, особенно для систем морской воды, обеспечивающих безремонтный срок службы, равный сроку службы судна, — 25–30 лет при наработке 100 тыс. ч и более, для плавучих морских установок требуемый ресурс безремонтной работы составляет 40–45 лет.

Экспертные оценки коэффициента интенсивности эксплуатации и наработки различных систем забортной воды судов и объектов морской техники в течение срока службы 25 лет свидетельствуют, что для основных систем охлаждения судов, плавбаз, плавучих электростанций и буровых требуемая наработка значительно превышает принятую норму 100 тыс. ч.

Титан стоек к щелевой коррозии в морской воде при температурах до 80 °С, в то время как для некоторых нержавеющих сталей пределом является 10 °С (таб. 2).

Для коррозионно-стойких сталей всех видов постоянной проблемой является питтинг, особенно в присутствии хлоридов, где титановые сплавы имеют широкий диапазон высокого коррозионного сопротивления питтинговой и щелевой коррозии в отличие от традиционно применяемых сталей типа 316L, SAF 2205.

Опыт применения титановых сплавов в зарубежной и отечественной практике строительства плавучих морских платформ

Комплекс инженерных сооружений для разработки шельфовых нефтегазовых месторождений включает автономные стационарные или плавучие установки (платформы) массой до 300 тыс. т, скважинное оборудование, придонное оборудование массой до 1 500–2 000 т, кабельные системы дистанционного управления скважинами, гибкие трубопроводы с системами подвески и уравнивания, транспортные подводные трубопроводы большого сечения, суда для укладки трубопроводов, нефтеналивные суда, береговое оборудование и другие виды оборудования.

Применение титановых сплавов перспективно для следующих систем и оборудования для освоения нефтегазовых месторождений на шельфе: глубоководные буровые райзеры; обсадные трубы; добывающие райзеры; насосы и системы забортной, питьевой, буровой и попутной воды; трубопроводы циркуляционной системы технологических растворов; сепараторы жидкостные, теплообменное оборудование различного назначения; сосуды высокого давления; высокопрочные гибкие растяжки для фиксации платформы.

Впервые титановый теплообменник в схеме очистки нефти был введен в эксплуатацию в 1969 г. в США. Первый титановый буровой райзер был установлен на морской промысловой платформе «Хейдрун» (Heidrun), что привело в итоге к более широкому применению титана как конструкционного материала для гибких промысловых райзеров и систем трубопроводов. В дальнейшем титан нашел широкое применение на нефтяных буровых платформах, используемых норвежскими и американскими фирмами.

При разработке месторождения в Обско-Тазовской губе на добывающем судне применяется подогреватель флюида с трубным пучком, выполненным из титана марки BT1-0 на производственных мощностях ВСМПО по документации ОАО «ТАТНИИНФТЕМАШ». Необходимость использования титана на этом объекте продиктована выбором коррозионно-стойкого материала: титан отличается высокой коррозионной стойкостью к микробиологической коррозии, а именно к

сульфидным бактериям, которые особенно активны в нефтепродуктах с высоким содержанием серы.

Для проекта МЛСП «Приразломная» доля титана как конструкционного материала уже значительно возросла, Корпорация поставила под проект около 120 т титана, из них около 50 т — это оборудование и элементы трубопроводов.

По мере создания всё более глубоководных систем морской нефтедобычи резко возросла необходимость применения титановых сплавов для изготовления подводного оборудования. Так, большинство компаний предсказывает достижение к 2025 г. уровня глубин до 2,5 км. При этом значение применения титана возрастает по трем основным причинам:

- ряд элементов подводного оборудования требует использования сплавов с высокой удельной прочностью и малым модулем упругости;
- требование экономии массы оборудования на платформе. По данным компании Shell Oil, снижение массы подводного оборудования на 1 т позволяет уменьшить массу опорного оборудования на 3 т, что равнозначно экономии около 150 тыс. долларов. Каждый лишний фунт оборудования на палубе платформы или добывающего судна обходится в 6,5 доллара;
- титан и его сплавы обладают высокой надежностью, в том числе и высокой коррозионной стойкостью в морской воде и в рабочих средах при нефтедобыче.



Менеджеры ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» всегда готовы к сотрудничеству.

Все интересующие вопросы можно задать по телефонам:
+7 (34345) 6-29-12
+7 (34345) 6-00-37