



## TITANIUM 2019 — 14-я Международная конференция по титану

**10–14 июня 2019 г.** в г. Нанте (Франция) состоялась крупнейшая Международная конференция по титану, которая, начиная с 1968 г., проводится через каждые 4-е года. Тематика этих конференций охватывала все этапы производства и использования титана в промышленности — от восстановления губчатого титана до применения титановых изделий в авиационной, космической технике, медицине, двигателестроении, химическом и энергетическом машиностроении, а также других отраслях. На конференциях ученые из всего мира представляли результаты своих исследований за предыдущие четыре года и обсуждали перспективные направления развития титановой науки и промышленности.

Работа конференции «Titanium 2019» проходила в виде пленарных и секционных заседаний, а также представления стендовых докладов. Всего работало 11 секций: аддитивные технологии; аэрокосмическое применение; биомедицинское применение; коррозионные свойства; восстановление и производство порошков; интерметаллиды и композиты; промышленное применение; плавка и литье; зависимость свойств от микроструктуры; микроструктура; деформационная обработка.

В работе конференции приняли участие почти 800 человек из 34 стран мира. Представлено 477 устных докладов, в том числе 7 пленарных и 14 ключевых лекций, а также 86 стендовых докладов.

Параллельно с работой конференции проходила выставка изделий из титана, в которой приняли участие 25 фирм, в том числе такие известные, как Aubert & Duval (Франция), TIMET (США), Voestalpine Bohler Bleche GmbH (Австрия) и др.

На конференции большое внимание было обращено на развитие аддитивных технологий в титановой индустрии. С этой тематикой связано почти 30 % всех докладов. В докладах представлены результаты как разработки 3D технологий и оборудования для их реализации, так и исследований структуры и свойств получаемых изделий, а также производства расходных материалов (титановые проволока и порошок).

В настоящее время очень активно ведутся работы по внедрению аддитивных технологий в титановую промышленность. Так, например, в ЕС работает проект по изготовлению методами 3D технологий изделий для космической техники, который совместно финансируется промышленными предприятиями (45 млн. евро) и из бюджета Европейского Союза (30 млн. евро). Причем работы охватывают все этапы создания изделий: проектирование, изготовление, исследование эксплуатационных характеристик получаемых деталей и т.д. В процессе проектирования изделия методами математического моделирования оценивают напряженно-деформированное состояние и создают конструкции с равномерной удельной нагрузкой.





При этом получить нужные формы для таких конструкций другими способами, зачастую, без 3D технологий невозможно.

Из всего разнообразия аддитивных технологий в промышленности наибольшее распространение получили технологии наплавки проволокой или порошком, что обусловлено их более высокой производительностью по сравнению с bed-технологиями сплавления. Следует отметить, что механические характеристики наплавляемого металла ниже, чем у полуфабрикатов титановых сплавов, получаемых методами термомеханической обработки, поэтому конечные изделия подвергают, как правило, изостатическому прессованию. В целом стоимость получаемых по 3D технологиям изделий оказывается достаточно высокой, а основное преимущество заключается в изменении конструкции изделий, что позволяет при сохранении прочностных параметров деталей снизить их массу до 40 %.

Касательно применения титана в промышленности следует отметить рост объемов потребления титановых сплавов в традиционных отраслях — самолето- и двигателестроении. Рост доли титана в общей массе планера самолёта обусловлен тем, что он практически не взаимодействует химически с углепластиковыми и другими композитными материалами, применение которых в самолетостроении стремительно растет. Поэтому значительная часть силовой арматуры большинства самолетов изготавливается из титановых сплавов. Увеличение объема применения титановых сплавов в газотурбинных двигателях объясняется наличием в их конструкции деталей из алюминидов титана, в том числе лопаток.

В докладе специалистов фирмы «Дженерал Электрик Авиэйшн» путем обработки больших массивов статистических данных о качестве слитков и полуфабрикатов из титановых сплавов убедительно показано преимущество технологии переплава с промежуточной емкостью (ЭЛП или ПДП) с последующим гомогенизирующим вакуумно-дуговым



переплавом над технологией трехкратного ВДП с точки зрения удаления тугоплавких включений из титановых сплавов, предназначенных для изделий ответственного назначения в авиации.

Основные доклады в области сварки были посвящены исследованиям процессов сварки титана трением с перемешиванием и диффузионной сварки титана с другими металлами.

Учеными Украины на конференции «Titanium 2019» представлены следующие доклады: «Электронно-лучевая плавка слитков алюминидов титана» (Институт электросварки им. Е.О. Патона, г. Киев); «Возможность использования полученных методом электронно-лучевой плавки титановых сплавов в качестве броневых материалов» (Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова, Институт электросварки им. Е.О. Патона, г. Киев); «Получение  $\beta$ -титановых сплавов методами гидридной порошковой металлургии» (Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова); «Микроструктура и свойства образцов из титанового сплава Ti-6Al-4V, полученных методом 3D аддитивной электронно-лучевой наплавки» (ПрАТ «Червона хвыля», г. Киев, Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова), которые вызвали большой интерес участников конференции.

В настоящее время рынок титана находится в стадии устойчивого роста (5...7 % ежегодно), а перспективными направлениями развития титановой индустрии являются расширение использования 3D аддитивных технологий и применения сплавов на основе алюминидов титана в аэрокосмическом секторе промышленности.

*С.В. Ахонин*