

Group, а обов'язки головного виконавчого директора від пані Сесіль Майєр перейдуть до пана Лука Кости.

Засідання 75 робочих груп відбулось в межах засідань 23 комісій, і проходили вони три дні. Три дні інтенсивних засідань, зустрічей, презентацій тощо. Протягом цього часу робочі групи прийняли 160 рішень, зокрема 144 рішення щодо публікацій в головному виданні *Welding in the World* (Зварювання в світі). Важливими є також прийняті сім рішень, що затверджені Міжнародною організацією стандартизації (ISO), в галузі електрозварювання та суміжних технологій на підтримку розвитку промисловості.

Особливо варто відзначити позитивні рішення Комісії C-VIII Здоров'я, безпека та навколишнє середовище щодо монографії Міжнародної агенції дослідження раку *Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide* та її пояснення щодо зварювальних газів.

Загальні обговорення спеціалістів стосувалися сучасних викликів в галузі передових промислових розробок і технологій, зокрема в двох комісіях обговорювалися питання щодо адитивного виробництва.

В цьому контексті необхідно згадати про три технологічних тури, що були організовані в рамках Асамблеї на нафтопереробний завод «Словнафт», гідроелектростанцію «Габчіково» та завод «Фольк-

сваген», що допомогли учасникам Асамблеї зрозуміти рівень розвитку промисловості в регіоні.

Підтримка молодих професіоналів, які працюють в галузі електрозварювання, є одним з головних завдань МІЗ. В Братиславі спеціальні заходи були організовані для 144 молодих науковців і студентів. Крім того, вони мали можливість представити свої ідеї та обмінятися думками на засіданнях робочих груп. Найкращі виступи були відзначені призами, зокрема призами Словацької академії наук. Один з призів отримав представник ІЕЗ ім. Є.О. Патона С.І. Мотруніч.

Неофіційна програма, коли учасники Асамблеї могли зняти краватки та офіційне вбрання, складалася з п'яти заходів. Особливу увагу учасників привернув Словацький вечір, що проходив в Old Market Hall. Гостей пригощали національними стравами, вином, відомим в усьому світі пивом і музичними виступами словацьких артистів.

72-а щорічна Генеральна асамблея МІЗ завершила свою роботу. Від учасників цього форуму організатори — Дослідницький інститут електрозварювання та Словацьке товариство зварювання — почули багато слів подяки.

Братислава передала прапор організаторів Сінгапуру, де 19–24 липня 2020 р. відбудеться 73-я щорічна Генеральна асамблея МІЗ. Потім форум прийматиме італійська Генуя, а в 2022 р. головні події в галузі електрозварювання відбудуться в Токіо.

І.М. Клочков, канд. техн. наук



Международная конференция «Ti-2019»

14-я Международная конференция по титану, проходившая с 10 по 14 июня 2019 г. в г. Нанте (Франция), является традиционной крупнейшей международной конференцией по титану, которые проводятся раз в 4 года, начиная с 1968 г. Тематика конференций охватывает все этапы производства и использования титана в промышленности, начиная от восстановления губчатого титана и до применения титановых изделий в авиационной, космической технике, медицине, двигателестроении, химическом и энергетическом машиностроении, а также других отраслях. На конференциях представляются результаты исследований за предыдущие четыре года и происходит обсуждение перспективных направлений развития титановой науки и промышленности.

Работа конференции проходила в виде пленарных и секционных заседаний, а также представ-

ления 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 приняло участие почти 800 человек из 34 стран мира, было представлено 477 устных докладов, в том числе 7 пленарных докладов и 14 ключевых лекций, а также 86 стендовых докладов.

Параллельно с работой конференции проходила выставка изделий из титана, в которой приняло участие 25 фирм, в том числе такие известные, как Aubert & Duvaul (Франция), TIMET (США),

Voestolpine Bohler Bleche GmbH (Австрия), ВСМПО-АВИСМА (Россия) и др.

На конференции большое внимание было обращено на развитие аддитивных технологий применительно к титану. С этой тематикой так или иначе было связано до 30 % всех докладов. Тематика докладов касалась как разработки 3D-аддитивных технологий и оборудования для их реализации, так и исследования структуры и свойств получаемых изделий, а также производства расходных материалов (титановые проволока и порошок).

В настоящее время ведутся работы по внедрению аддитивных технологий в титановую промышленность. Так, например, в ЕС активно работает проект по изготовлению методами аддитивных 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. В процессе проектирования изделия методами математического моделирования оценивают напряженно-деформированное состояние и создают конструкции с равномерной удельной нагрузкой. При этом получаемые формы таких конструкций зачастую другими способами, чем 3D-аддитивными технологиями, получить невозможно.

Из всего разнообразия аддитивных технологий в промышленности наибольшее распространение получают 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 термомодеформационной обработки, поэтому конечные изделия подвергаются, как правило, изостатическому прессованию. В целом, стоимость получаемых по 3D-аддитивным технологиям изделий оказывается достаточно высокой, а основной выигрыш 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 применения титана: самолето- и двигателестро-

нии. Рост доли титана в общей массе планера самолета 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 в перспективных самолетах изготавливается из титановых сплавов. Увеличение объема применения титановых сплавов в газотурбинных двигателях объясняется активным внедрением в их конструкцию 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 титановых сплавов было 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 в области сварки титана трением с перемешиванием и диффузионной сварки титана с другими металлами.

От Украины на конференции были представлены доклады «Электронно-лучевая плавка слитков алюминидов титана» (ИЭС им. Е.О. Патона), «Возможность использования полученных методом электронно-лучевой плавки титановых сплавов в качестве броневых материалов» (ИМ им. Г.В. Курдюмова, ИЭС им. Е.О. Патона), «Получение β -титановых сплавов методами гидридной порошковой металлургии» (ИМ им. Г.В. Курдюмова), «Микроструктура и свойства образцов из титанового сплава Ti-6Al-4V, полученных методом 3D-аддитивной электронно-лучевой наплавки» (ПрАТ «Червона хвиля», ИМ им. Г.В. Курдюмова), которые вызвали большой интерес участников конференции.

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

С.В. Ахонин, д-р техн. наук