

*Лаборатория
волнового деформационного и комбинированного упрочнения
в аддитивных и субтрактивных технологиях*

Сегодня наукоемким машинам и механизмам приходится работать в тяжелых условиях: при очень высоких или сверхнизких температурах, в условиях воздействия агрессивных сред, больших динамических нагрузках. От деталей машин требуется все более высокая надежность и ресурс, которые обеспечиваются созданием материалов новых поколений и новых технологий их упрочнения.

Технология должна эффективно использовать и усиливать свойства материала. Эту сложную задачу на все более высоком уровне приходится решать инженерам во все времена и разными способами: создавать сплавы с новым химическим и фазовым составом, упрочнять и структурировать материал, воздействуя на него температурой и давлением, наносить покрытия. Чтобы максимально раскрыть потенциал материала, необходимо не только обеспечить его высокую прочность и твердость, но и сохранить вязкость, пластичность.

Современное материаловедение идет по пути создания материалов новых поколений со сложной внутренней структурой, в том числе на нано уровне, получения неоднородных (гетерогенных, композиционных) материалов за счет соединения материалов с разными выдающимися свойствами.

Одним из наиболее удачных исторических примеров использования человеком объемно структурированных гетерогенных материалов может служить булат, твердость и прочность которого сочетались с большой упругостью и вязкостью. Булатные клинки способны перерубать гвозди, гнуться в дугу и на лету разрезать тончайший шелковый платок.

Задачей лаборатории является разработка новой технологии упрочнения металлов и сплавов с использованием волны деформации. В основе технологии - удар, но не простой, а через промежуточное звено – волновод. При одной и той же энергии удара достигаются разные результаты. Благодаря волноводу формируется волна деформации. Волна деформации - поток импульсов, отличающихся наличием не только головной, но и хвостовой части, которая формируется за счет отражения и наложения упругих волн в бойке, волноводе, упрочняемом изделии. Это позволяет в 10 раз увеличить длительность импульса, в несколько раз увеличить коэффициент полезного действия удара. В результате наложения проходящих и отраженных волн при определенных условиях в монолитном металлическом материале формируется уникальная многослойная гетерогенная, естественно армированная структура, обеспечивающая высокую вязкость и высокую прочность материала одновременно, что способствует многократному повышению эксплуатационных свойств.

Предлагаемая **технология** волнового деформационного упрочнения может применяться как самостоятельно, так и в составе комбинированных упрочняющих технологий, например, совместно с химико-термической и термической обработкой, как в субтрактивных, так и в аддитивных технологиях.

Субтрактивными называют традиционные технологии, которые связаны с вырезанием изделия из глыбы материала, при этом большая часть материала превращается в стружку. Аддитивные технологии – интенсивно развивающиеся сегодня технологии будущего, связаны с выращиванием готового изделия послойным сплавлением из порошка или из проволоки. Обработка тоже может иметь место, однако, количество стружки в этом случае минимально.

В настоящее время важнейшей задачей аддитивных технологий является обеспечение не только высокой точности изделия, но и качественной структуры материала и высоких эксплуатационных свойств получаемой детали при многократном увеличении производительности. С увеличением производительности резко увеличивается количество дефектов структуры, растет пористость, снижается надежность и ресурс изделия. Предлагается

в процессе аддитивного выращивания изделия подвергать материал послойному волновому деформационному упрочнению с целью структурирования, уплотнения, что позволит быстро получать изделия с высокими эксплуатационными свойствами.

Успешное решение поставленной задачи позволит увеличить полезную нагрузку на материал, что таит огромные резервы повышения тактико-технических характеристик изделий в авиации, космонавтике, автомобилестроении, общем машиностроении, инструментальном производстве, энергетической, нефте-газовой и строительной отраслях.

Исследования проводятся в интересах: АО «Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод», Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С. П. Королёва, Государственного космического научно-производственного центра имени М.В. Хруничева, АО «Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз–Антей», ПАО «Объединённая авиастроительная корпорация».

Для достижения поставленных целей выстраиваются партнерские отношения с ведущими научно-исследовательскими центрами страны, такими, как: Центральный научно-исследовательский институт материалов (г. Санкт-Петербург), Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (г. Москва), Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН (г. Черноголовка), АО Центральный научно-исследовательский институт точного машиностроения (г. Климовск), АО "Центральный научно-исследовательский институт "БУРЕВЕСТНИК" (г. Нижний Новгород).

Практическая востребованность результатов и глубина научной проработки проекта явились основанием для принятия решения Фондом перспективных исследований (ФПИ) и Министерством образования и науки РФ о финансировании исследований лаборатории на три года в объеме более 200 миллионов рублей.

Целью деятельности ФПИ является поддержка научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства, создания качественно новых инновационных технологий и производства высокотехнологичной продукции военного, специального и двойного назначения. Все поддержанные ФПИ проекты проходят тщательную комплексную трехуровневую экспертизу. За всю историю ФПИ поддержано всего 52 проекта, следовательно, далеко не в каждом регионе есть лаборатория фонда. Открытая при Брянском государственном техническом университете лаборатория – единственная не только в Брянской области, но и в прилегающих регионах.