

## Инженерия новых материалов для высоких достижений



Костюмы спорта высших достижений и экипировка для экстремальных условий представляют собой сложные инженерные системы, функционирующие в режимах высоких механических нагрузок, многократных циклов деформации и жестких регламентных ограничений. Для их создания необходимы эластичные полимерные материалы и микроволокна с заданной растяжимостью, воздухопроницаемостью, влаговыведением и износостойкостью — «умный» текстиль, параметры которого настраиваются под конкретные амплитуды движения, тепловые режимы и расчетный ресурс эксплуатации.

Фигурное катание в публичной повестке чаще всего обсуждают через эстетику и имена кутюрье, однако с инженерной точки зрения костюм фигуриста является высоконагруженным объектом спортивной экипировки. Материалы и конструкция должны обеспечивать сохранение формы и функциональности при четверных прыжках, сложных подержках, множественных падениях и десятках прокатов за сезон, одновременно выдерживая требования к посадке, растяжимости в двух направлениях и стабильности декоративных элементов при вращениях и резких изменениях угловой скорости.

Отдельный блок задач связан с безопасностью и управлением техническими рисками: регламенты предусматривают штрафы за элементы костюма или декора, оказавшиеся на льду, поэтому крепления, швы и узлы фактически проектируются как ответственные инженерные соединения. В этой конфигурации дизайнер костюма выступает системным инженером, который интегрирует эстетические требования, культурный и зрительский коды программы, биомеханику движения, нормативные ограничения и допустимые диапазоны эксплуатационных нагрузок. Таким образом, костюм фигуриста можно рассматривать как модельный объект для области спортивной инженерии и материаловедения для экстремальных условий.

Материалы для таких задач подбирают и рассчитывают с учетом теплозащиты, параметров взаимодействия системы «человек-одежда», ресурса швов и фурнитуры, а также устойчивости свойств при многократных нагрузочных циклах. Особое значение имеет адаптация к температурным диапазонам — от арктических условий до жаркого климата, что соответствует повестке российской промышленности и с исследовательским компетенциям СПбПУ в области спортивной инженерии и технологий для спорта и Арктики.

В этой логике для инженерных университетов формируется устойчивое поле прикладных исследований: разработка эластичных и композитных тканей с управляемыми механическими и теплофизическими свойствами под заданные нагрузки; моделирование динамики систем «спортсмен-костюм» и «человек-одежда» с учетом биомеханики и распределения напряжений; проектирование спортивной и промышленной экипировки для экстремальных условий, включая арктические, с обязательной сертификацией

по стандартам безопасности и отраслевым регламентам.

Эти направления уже получают подтверждение в практике российских вузов: в Томском политехническом университете ведутся разработки электропроводящего текстиля для «умной» одежды и мониторинга движений и физиологических параметров, в БФУ им. И. Канта в лаборатории «умного» текстиля создают функциональные текстильные материалы и технологии придания охлаждающих свойств, востребованных в спортивной и специальной одежде, в СПбГУПТД реализованы технологии получения антибактериальных и противогрибковых текстильных материалов на основе наночастиц металлов.

Имеющийся научный задел задает общую рамку исследований и конкретные возможности реализации межвузовских междисциплинарных коллабораций — от спортивных костюмов и «умной» одежды до высокотехнологичной промышленной спецодежды, в том числе для Арктики. Такие кооперации могут объединять материаловедов, инженеров по спортивной технике, конструкторов одежды, специалистов по арктическим технологиям и промышленной безопасности, а также партнеров из индустрии, заинтересованных в тиражировании решений в реальном секторе

■: все шедевры знаменитых кутюрье на олимпийском льду» в этом контексте может рассматриваться как корпус кейсов, демонстрирующих, как задачи прикладного материаловедения, конструирования и управления рисками реализуются в дизайне костюмов для спорта высших достижений.