

## **КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ СПОРТИВНОГО ИНВЕНТАРЯ**

Масса спортивного инвентаря, является важным параметром для спортсмена, так как при ее уменьшении игрок будет меньше уставать, сохраняя свои силы, а также такое снаряжение позволит с большей легкостью совершать сложные маневры. В следствии чего спортсмен будет получать преимущество в процессе игры, относительно соперника, имеющего такое же снаряжение, но с большей массой. Это особенно актуально в определенных видах спорта, где наибольший упор делается на выносливость игроков, таких как лыжный спорт, различные виды хоккея и др.

Производители спортивного инвентаря достигают высоких показателей механических и эксплуатационных свойств, сохраняя при этом легкость изделия все чаще за счет использования композиционных материалов – многокомпонентных материалов, состоящих из полимерной, древесной, металлической, волокнистой, или другой основы (матрицы), армированной наполнителями из волокон, нитевидных кристаллов, тонкодисперсных частиц и др. Подбирая состав, свойства наполнителя и матрицы, а также их соотношение и ориентацию наполнителя, можно получить материалы с требуемым сочетанием эксплуатационных и технологических характеристик. Композиты изготавливают, объединяя два или более различных материала в общую структуру. Свойства полученного в результате объединения материала сильно отличаются от свойств его компонентов по отдельности [1].

Многие композиты превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим свойствам и в то же время они легче, то есть использование композиционных материалов обычно позволяет уменьшить массу конструкции при сохранении или улучшении её механических характеристик.

В качестве примера рассмотрим конструкцию лыжи. Она включает в себя такие элементы как скользящий слой, армирующий слой, склеивающий слой, верхний (декоративный) слой, средний клин, при прочих равных условиях наибольшее влияние на увеличение ее массы оказывает средний клин. Поэтому материалы и конструкции среднего клина используемые для производства лыжи, оказывают наибольшее влияние на ее массу, а также существенное влияние на их физико-

механические и эксплуатационные показатели [2].

Рассмотрим композиционные материалы используемые для облегчения конструкции лыж. К ним относятся композиты в которых матрицей служит полимерный материал. Их можно разделить на следующие типы:

Стеклопластики – полимерные композиционные материалы, армированные стеклянными волокнами, которые формируют из расплавленного неорганического стекла

Углепластики – наполнителем в этих полимерных композитах служат углеродные волокна. Для изготовления углепластиков используются те же матрицы, что и для стеклопластиков – чаще всего – терморезистивные и термопластичные полимеры. Основными преимуществами углепластиков по сравнению со стеклопластиковыми является их низкая плотность и более высокий модуль упругости, углепластики – очень лёгкие и, в то же время, прочные материалы [1].

Композиционные материалы позволяют улучшить функциональные и физические характеристики изделия. Так как для спортивного инвентаря и оборудования важна лёгкость, прочность, упругость и устойчивость к постоянным и циклическим нагрузкам, то композиты на основе углеволокна и стекловолокна с каждым годом заменяют «традиционные» материалы во все большем количестве видов спорта. В конструкции лыжи данные композиты могут, применяться для изготовления армирующего слоя, и др. частей спортивного инвентаря.

Для облегчения конструкции спортивного инвентаря так же используют композиционные материалы на основе сотового наполнителя. Сотовая структура представляет собой тип ячеистых материалов с регулярными и периодически повторяющимися наборами ячеек различной формы, образованных между тонкими вертикальными стенками. Ячейки в основном имеют шестиугольную форму или расположены в виде столбцов. Сотовые наполнители изготавливаются, используя различные виды материалов (алюминий, нержавеющая сталь, арамид, кевлар, термопластик, картон). Жесткость сотовых конструкций позволяет использовать меньше материала и снизить массу. Сотовые материалы широко используются как при плоских, так и при изогнутых поверхностях.

Алюминиевые соты представляют собой лёгкий материал, пригодный для вторичной переработки, который имеет отличные механические свойства: небольшой вес, высокую прочность, устойчивость к сжатию, стойкость к коррозии и огнеупорность Соты из алюминия используются для изготовления композитных сотовых сэндвич панелей и конструкций. Такие инновационные сэндвич конструкции ши-

роко применяются при изготовлении: перегородок, полов, дверей, потолков, фасадов т. е. везде, где требуется низкий вес и жесткость конструкции. Диаметр ячеек от 3 до 25 мм, плотность ячеек зависит от толщины фольги и диаметра ячейки.

Бумажный сотовый наполнитель (гофрокартон). Гофрокартон представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из внутреннего слоя бумаги «флутинга», сформированного на гофроагрегате так, что бумаге придается волнистая форма, и из одного или нескольких плоских слоев картона, называемого «лайнером», приклеенных к вершинам гофров. Гофрокартон отличается от других видов картона малым весом, дешевизной и высокими физическими параметрами.

Термопластик. Ячеистые клинья из термопластика легкие и легко поддаются переработке. Основным недостатком является сложность создания прочной связи между сотами и облицовкой. Они бывают нескольких типов:

Сотовый наполнитель из полиэфиримида. Является термопластичным материалом. Этот полимер отличается от других термопластов высокой термостойкостью и прочностными характеристиками.

ABS, использование которого предполагает жесткую структуру, ударную вязкость, твердость поверхности, ударопрочность и размерную стабильность;

Полипропиленовый сотовый наполнитель. Полипропиленовые соты являются полуфабрикатом и используются для производства легких композитных сэндвич панелей, обладают стабильностью, низким весом и коррозионной стойкостью. В соответствии с последующим применением материалы могут быть в виде открытых сот, сэндвич материала с вуалью или с вуалью и пластиковой пленкой.

Сотовый наполнитель из поликарбоната. Представляет собой термопластичный материал, доступный разных размеров, толщины, цвета и диаметра ячеек. Сотовые дефлекторы повышают эффективность воздушного потока, кроме того, они устраняют турбулентность, уменьшают загрязнение, влажность, а также шум и потребление энергии.

Сотовый наполнитель из арамидной бумаги. Представляет собой чрезвычайно легкий, прочный неметаллический продукт, изготовленный из арамидной бумаги, пропитанной термостойкой фенольной смолой [3].

Основой для композиционного материала позволяющего облегчить конструкцию спортивного инвентаря, могут так же выступать вспененные материалы (пенопласты, поропласты, сотопласты), модифицированная древесина, а также древесина низкой плотности (баль-

са). В качестве вспененного материала при изготовлении среднего клина могут применять пенополиуретан – это синтетическое вещество ячеистой структуры из группы газонаполненных пластмасс. По сути, пенополиуретан можно охарактеризовать как разновидность пластмассы. Основным сырьем, используемым для получения пенополиуретана, являются ди- и триизоцианаты и полиолы. Другие технологические добавки вводятся для изменения свойств полимера [2].

Конструкцию спортивного инвентаря так же можно облегчить, за счет формирования пустотных каналов в среднем клине, уменьшая тем самым его массу.

Спортивный инвентарь, изготовленный из композита зачастую более дорогой в сравнении с традиционными материалами, но при этом дает неоспоримые преимущества спортсмену при его эксплуатации. В связи с чем, профессиональные игроки по всему миру предпочитают более дорогой, но качественный продукт. Стоит учесть, что некоторые материалы могут негативно влиять на физико-механические свойства изделия, например, уменьшая упругость спортивного инвентаря. На основании этого дальнейшее изучение, применение и разработка новых композиционных материалов, позволяющих сохранить или повысить механические свойства спортивного инвентаря, при этом облегчив его конструкцию, является актуальным направлением, необходимым для разработки отечественной технологии изготовления спортивного инвентаря способного удовлетворить требования спортсменов и налаживания дальнейшего промышленного производства в Республике Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Композитный материал // Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Композитный\\_материал](https://en.wikipedia.org/wiki/Композитный_материал) (дата обращения: 07.02.2023). <https://polymall.com.ua/ru/produkczia/sotovyie-napolniteli/>
2. Полховский А. В., Прохорчик С. А., Шетько С. В., Ручкина Е. В. Разработка конструкции облегченных спортивно-беговых пластиковых лыж // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 250–259.
3. Сотовые наполнители // POLYMALL URL: <https://polymall.com.ua/ru/produkczia/sotovyie-napolniteli> (дата обращения: 07.02.2023).