МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

(КНИТУ-КАИ)

Институт авиации наземного транспорта и энергетики

(наименование института (факультета), филиала)

Кафедра Теплотехники и энергетического машиностроения

(наименование кафедры)

РЕФЕРАТ

по дисциплине: «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»

на тему: «Кевлар и усовершенствованные аналоги»

Обучающийся\_\_\_\_1203\_\_\_\_\_\_\_ Фасхутдинов И.В. (номер группы) (подпись, дата) (Ф.И.О.)

Руководитель к.т.н , доцент Шибаев П.Б.

(должность) (Ф.И.О.)

Реферат зачтён с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Казань

2023

Содержание

[Введение 3](#_Toc21340)

[Биография создателя кевлара 4](#_Toc2315)

[История происхождения материала 5](#_Toc25913)

[Структура и свойства материала 5](#_Toc22643)

[3.1 Значение переплёта волокон материала в его прочностных свойствах 7](#_Toc10533)

[Технология производства кевларовых волокон 10](#_Toc13019)

[Классификация марок кевлара 11](#_Toc29067)

[Области применения 11](#_Toc29812)

[6.1 Наука 11](#_Toc30588)

[6.2 Средства индивидуальной бронезащиты, униформы и одежды 12](#_Toc12561)

[6.3 Спорт 13](#_Toc19065)

[6.4 Судостроение 13](#_Toc16700)

[6.5 Музыка 14](#_Toc5038)

[6.6 Автомобили 14](#_Toc14613)

[6.7 Композитные материалы 14](#_Toc28631)

[Заключение 16](#_Toc7964)

[Список использованных источников: 17](#_Toc32095)

Введение

Человек на протяжении всего своего существования, так или иначе, был склонен к войнам, по этой причине, вопрос о сохранности жизни солдата на поле боя, по сей день, не утратил своей актуальности. Стальные и кольчужные доспехи, кожаные куртки — все это стало центром внимания инженеров после изобретения огнестрельного оружия. Известнейшие оружейные компании начали усиленно искать материалы, способные погасить, или, хотя бы уменьшить кинетическое воздействие пуль, снарядов и осколков. Проблема состояла в том, что стальные пластины были тяжелы, малоэффективны и не отвечали условиям сохранения комфорта для продолжительного нахождения бойца в зоне боевых действий. По итогу, проблему решили параарамидные нити.

Если проанализировать всю цепочку развития кевлара, то всеми разработками и экспериментальными исследованиями полимерных нитей занималась компания «DuPont», пока новой разработкой инженеров не заинтересовались представители правительства и вооружённых сил, вплоть до момента её выхода на мировой рынок в 1975 году. С тех пор произошли немалозначимые изменения: область применения материала заметно увеличилась, за счёт чего его научились более эффективно применять во многих отраслях военной, транспортной, судостроительной и гражданской современной промышленности.

Исследовательские работы, опубликованные по теме полимерных материалов, в частности кевлара, раскрывают его приоритет на существование и развитие в дальнейшем будущем, конкурентоспособность отечественных разработок арамидных и иных сверхпрочных волокон с западными аналогами, отвечают на сложные вопросы о том, в каких темпах растёт показатель востребованности и заинтерисованности в кевларе и других полимерных материалах в современном мире по сравнению с недалёким прошлым.

Целью данной работы является подробное изложение информации о происхождении, свойствах и особенностях такого материала, как кевлар, об областях его нынешнего применения и развития на перспективу.

Объект исследования: Параарамидные волокна

Предмет исследования: Кевлар и его аналоги

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- Изучить и отразить в реферате информацию о материале, его свойствах и особенностях, истории происхождения, классификации

- Путём тщательного анализа, выяснить: какие из марок материала обладают наибольшим потенциалом на их усовершенствование и дальнейшее развитие в России

- Изучить себестоимость, объём получаемого материала, узнать, в каких масштабах эта цифра имеет тенденцию к росту.

- Донести информацию о том, в каких отраслях промышленности используется кевлар в современном мире, и какие отечественные предприятии являются в ней ведущими

Биография создателя кевлара

Стефани Луиза Кволек — американский химик польского происхождения, которая изобрела полипарафенилен-терефталамид, более известный как кевлар.

Кволек родилась в Нью-Кенсингтоне, Пенсильвания, в 1923 году. Её отец, Джон Кволек, умер, когда ей было десять лет. Кволек переняла от него интерес к науке, а от матери, Нелли Зайдел Кволек, интерес к моде.

Кволек получила степень в области химии в колледже Маргарет Моррисон Карнеги. Кволек планировала стать врачом и надеялась, что сможет скопить денег на медицинское образование за счёт подработок в химической области.

В 1946 году Уильям Хейл Чарч, будущий наставник Кволек предложил ей должность в филиале «DuPont», находившемся в Буффало, штат Нью-Йорк. Хотя Кволек думала только о временной подработке в «DuPont», со временем она нашла эту работу достаточно интересной, и отказалась от медицинской карьеры. Кволек переехала в Уилмингтон, штат Делавэр в 1950 году и продолжила работу в «DuPont». В 1959 году она получила награду от Американского химического общества.

В 1986 году Кволек ушла с поста научного сотрудника компании «DuPont». Тем не менее, она до сих пор консультирует компанию «DuPont», а также состоит в Национальном исследовательском совете и Национальной академии наук. За 40 лет работы ученым-исследователем она получила по разным данным от 17 до 28 патентов. В 1995 году она стала четвёртой женщиной, которые была принята в Национальный зал славы изобретателей. В 1996 году она получила Национальную медаль технологии, а в 2003 году она была принята в Национальный зал славы женщин. В 1997 году она получила медаль Перкина от Американского химического общества, а в 1980 году награду от него же за «Творческое изобретение».



Рис 1. Фотография Стефани Луизы Кволек

История происхождения материала

Во время работы в компании «DuPont» Кволек изобрела кевлар. В 1964 году, её группа начала искать лёгкое, но прочное волокно, которое использовалось бы в шинах. Полимеры, с которыми она работала в то время, поли-п-фенилен-терефталат и полибензамид, образовывали жидкие кристаллы в растворе, что было уникальным для этих полимеров того времени.

Раствор был мутным, опалесцирующим при перемешивании и имел низкую вязкость, и его обычно выбрасывали. Тем не менее, Кволек уговорила техника испытать её разработку, и была поражена, обнаружив , что волокна не ломаются, в отличие от нейлона. Руководитель и директор лаборатории понимали значение этого открытия и внесли свой вклад в развитие новой области химии полимеров, которая стала затем быстро развиваться.

К 1971 году был получен современный кевлар. Кволек, однако, не принимала активного участия в разработке способов применения кевлара и изделий из него. В 1975 году новый материал, был выпущен на рынок.

  Впервые отечественное арамидное волокно было создано в 1969 г. и получило название СВМ (сверхпрочный материал), что закреплялось секретным патентом. Впервые информацию об этом открыто опубликовал журнал «Химическая промышленность» в 1971 г. – при том, что первая публикация о «кевларе» появилась в 1972 г.

Структура и свойства материала

Когда кевлар прядут, полученное волокно имеет предел прочности на разрыв около 3620 МПа (525 000 фунтов на квадратный дюйм) и относительную плотность 1,44 (0,052 фунта / дюйм 3 ). Кевларовые нити обладают структурой, которая по крепости превышает сталь в 5 раз, по жёсткости кевлар может сравниться со стекловолокном. Полимер обязан своей высокой прочностью множеству межцепочечных связей.

Эти межмолекулярные водородные связи образуют между карбонильными группами и NH центрами. Дополнительная сила достигается за счёт ароматического взаимодействия между соседними нитями. Эти взаимодействия имеют большее влияние на кевлар, чем ван-дер-ваальсовы взаимодействия и длину цепи, которые обычно влияют на свойства других синтетических полимеров и волокон, таких как полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы.

Присутствие солей и некоторых других примесей, особенно кальция, может помешать взаимодействию цепей, поэтому необходимо избегать включения в их образование. Структура кевлара состоит из относительно жёстких молекул, которые, как правило, образуют плоские структуры, похожие на шелковый белок.



Рис 2. Волокно кевлара характерного золотисто-жёлтого цвета.

Диаметр элементарного волокна 10 мкм.

Кевлар сохраняет свою прочность и устойчивость до криогенных температур (-196°C), кевларовая ткань не боится воздействия органических растворителей, устойчива к коррозии. Под воздействием низких температур кевларовая ткань не только не портиться, но становится ещё прочнее.

Под воздействием солнечных лучей и влаги структура ткани разрушается, волокна становятся менее прочными и теряют свои свойства. При более высоких температурах прочность на разрыв сразу же снижается примерно на 10–20%, а через несколько часов прочность снижается ещё больше. Например: при выдерживании в 160°C в течение 500 часов его прочность снижается примерно на 10%, и выдерживая при 260°C в течение 70 часов, его прочность снижается примерно на 50%.

Кевлар, не смотря на своё химическое происхождение, абсолютно безопасен для здоровья человека, устойчив к перепадам температур и сохраняет свои свойства в самых сложных условиях, не возгорается и не плавится, защищает от ударов и порезов.

В тестах на ударопрочность нового материала компанией «DuPont» проводились со сверхзвуковые скоростями (от 40 до 1,100 метров в секунду). Для получения максимально подробной информации о ударах для исследования использовались высокоскоростные камеры. Также были протестированы различные конструкции углеродных точек с разной толщиной, чтобы команда могла обнаружить оптимальный дизайн чтобы частицы не проходили сквозь материал, а встраивались в него.

Команде удалось показать, что материал поглощает много энергии из-за механизма ударного уплотнения наноразмерных углеродных точек. Они также подтвердили, что этот материал тоньше чем человеческий волос, поэтому он может поглощать удары более эффективно, чем другие материалы, такие как алюминий, сталь или. Если сфокусировать внимание на этом новом материале, будет получена более прочная и лёгкая броня, чем та, которая сделана из традиционных материалов.

Кроме того, это исследование может стать началом поле защиты для разработки сверхлёгких ударопрочных материалов, таких как взрывозащищенные щиты, защитные покрытия или материалы для брони.

3.1 Значение переплёта волокон материала в его прочностных свойствах

Защитная и огнестойкая одежда, элементы конструкций современной техники и армированные пластики наиболее часто изготавливают из тканых материалов. Ткань, как правило, состоит из двух переплетающихся систем нитей, расположенных взаимно перпендикулярно. Переплетение существенно влияет на структуру ткани, её внешний вид и свойства. Выделяют три вида главных переплетений: полотняное, саржевое, атласное (сатиновое). Данные виды переплетений обычно используют в армирующих тканях.

Текстильные материалы чаще всего испытывают деформацию растяжения. Поэтому важными показателями качества тканых материалов являются показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения. В полотняном переплетении каждая нить основы переплетается с уточной нитью через одну. Характерный признак – обе стороны ткани одинакового качества. Для тканей полотняного переплетения вследствие наибольшей слитности их структуры и наиболее прочной связи между нитями основы и утка характерна большая прочность и жёсткость, они выдерживают наибольшую разрывную нагрузку.

Ткани полотняного переплетения из арамидных волокон наиболее распространены в мире благодаря удачному сочетанию высоких баллистических свойств и свойств снижения запреградной травмы в конструкциях противопульных бронежилетов. Используются как в монопакетах, так и в гибридных конструкциях.

Для тканей саржевого и атласного переплетений характерны длинные участки нитей. Поверхность саржевого переплетения отличается характерными «диагональными» полосами. Ткани саржевого переплетения отличаются высокой стойкостью к истиранию, но при прочих равных условиях эти ткани менее прочные, чем ткани полотняного переплетения, так как нити в саржевом переплетении расположены менее плотно. Ткани саржевого переплетения из арамидных волокон – это универсальные ткани, применяемые как для защиты от пуль со стальным и свинцовым сердечником, так и для противоосколочной защиты. Используются как в монопакетах, так и в гибридных защитных конструкциях. Основные и уточные нити в тканях сатинового (или атласного) переплетения редко изгибаются. Поэтому ткань обладает малым удлинением. На лицевой стороне ткани образуется настил из уточных (или основных) нитей.

Однако при таком переплетении связи нитей слабее, чем в тканях полотняного или саржевого переплетений и ткань получается менее прочной. Поэтому ткани сатинового переплетения делают очень плотными. Поверхность тканей сатинового (атласного) переплетений гладкая, ровная, блестящая. Сатины отличаются повышенной стойкостью к истиранию, малым коэффициентом трения. Согласно экспериментальным данным зарубежных исследователей арамидные ткани сатинового переплетения показывают наименьшее сопротивление пулевому пробитию. Но при этом ткани атласного переплетения из арамидных волокон оптимальны для применения в структурах композитов со сложной конфигурацией, так как обладают необходимой для этого гибкостью. Также, такие ткани эффективны в качестве лицевых пулеотражающих слоёв в бронепакете с градиентной структурой построения.

Ткани вафельного переплетения относятся к рельефному типу переплетений. На поверхности тканей вафельного переплетения создаётся узор из прямоугольных ячеек, грани которых выступают, а середина углублена. Места с короткими перекрытиями соответствуют углублённой части ячейки, длинными перекрытиями образуются выступающие рельефные грани Прямоугольника. Ткани вафельного переплетения из арамидных волокон уникальны по своим свойствам снижения запреградного воздействия пули, что предопределило их использование в гибридных конструкциях. На сегодняшний день, это наиболее эффективный материал для использования в бронеконструкциях с использованием «жидкой» брони для увеличения времени на агломерацию.

На рисунке 3 представлены изображения арамидных тканей различных переплетений.

А Б В Г

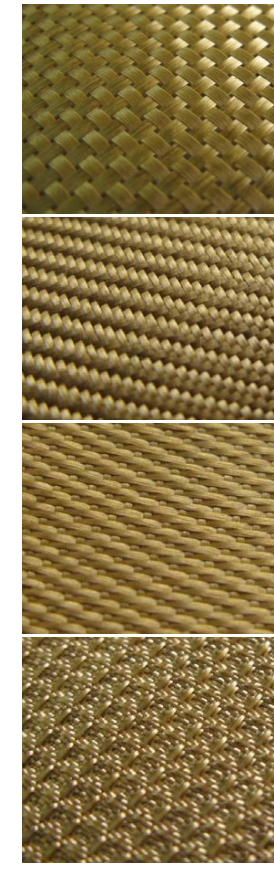


Рис. 3 - Арамидные ткани различных переплетений: а) полотняное, б) саржевое, в) атласное, г) вафельное

Существуют так же и другие переплетения. Так учёные уже исследовали влияние типов переплетений арамидных тканей на их пулезащитные свойства. В исследованиях, кроме рассмотренных выше полотняного, саржевого и сатинового переплетений, в качестве объекта выступала так же ткань так называемого «корзинного» переплетения. В отечественной литературе данный тип ткани называют «рогожкой». Переплетение нитей в данном случае образуют шахматный рисунок. Наилучшие защитные свойства против бронебойных пуль, особенно при низких скоростях (малых энергиях), имеет полотняное переплетение. При высокоскоростных испытаниях многослойных конструкций наибольшим баллистическим сопротивлением обладает рогожка.

Для армирования волокнистых полимерных композитов также могут быть использованы плетёные и вязаные полотна. Плетёные материалы отличаются наклонным положением нитей относительно оси изделия. Возможно создание трехосной усиленной структуры плетёного полотна. Степень объёмного заполнения плетёных структур примерно равна степени заполнения тканей. По осям полотна механические свойства тканей и плетёных материалов противоположны. Ткани демонстрируют наибольшую растяжимость в диагональном направлении. Плетёные же структуры, благодаря наклонному положению нитей, лучше растягиваются в продольном и поперечном направлениях. Это позволяет изготавливать из них изделия, легко облегающие детали сложной формы.

В ходе плетения возможно также использование различных видов нитей, что ведёт к созданию гибридных армирующих наполнителей.

Принципиальное отличие плетёных материалов с тканями показано на рисунке 4.

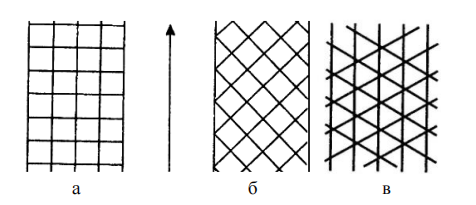


Рис. 4 - Сравнение схем плетёных материалов с тканями: а) ткань, б) простейшая плетёная структура, в) трехосная плетёная структура

Вязанные (трикотажные) полотна представляют собой материал, полученный путём взаимного переплетения петель. Трикотажное полотно характеризуется высокой растяжимостью, гибкостью и мягкостью. Наиболее распространёнными трикотажными переплетениями являются простые (главные) поперечновязанные и основовязаные переплетения.

Специфические свойства трикотажа при использовании его в качестве армирующего наполнителя полимерных КМ обеспечивают ему некоторые преимущества перед ткаными структурами. Вследствие большой растяжимости и эластичности вязаным полотном можно армировать изделия сложной (выпуклой или вогнутой) формы, высокая гибкость трикотажа позволяет изготавливать из него детали с очень малыми радиусами кривизны.

Таким образом, кроме традиционных тканых армирующих структур при создании КМ нового поколения,которые будут востребованы во многих отраслях промышленности, интерес представляют трикотажные армирующие материалы.По методикам, описанным в работе, проведены испытания по выявлению воздействия плазмы пониженного давления на свойства арамидных волокнистых материалов. Испытания показали положительное воздействие на физические и механические свойства арамидных волокон плазменной модификации, что играет важную роль при использовании арамидных тканей, плетёных материалов и трикотажа как в средствах баллистической защиты, так и при создании композиционных материалов.

Технология производства кевларовых волокон

Существует двухэтажная технология изготовления. Изначально подготавливается основной пластик, на основе которого делается материал (химическое вещество поли-пара-фенилентерефталамид). Далее подготовленная основа преобразуется в прочные волокна.

Полиамиды, подобные кевлару, представляют собой полимеры (массивные молекулы, состоящие из множества одинаковых частей, соединённых вместе длинными цепями), образованные многократным повторением амидов. Амиды — простые химические соединения, где часть органической (углеродной) кислоты заменяет один из атомов водорода аммиака (NH3). Волокна синтезируются при низкой температуре методом поликонденсации в растворе. К последнему добавляют реагенты и активно перемешивают. Из этого раствора выделяется полимер в виде крошки либо геля, который промывают и высушивают. Потом полимер растворяют в сильных кислотах (к примеру, в серной). Из получившегося раствора способом экструзии (формуются через фильеры) формируются нити и волокна. Затем нити и волокна подаются в осадительную ванну, промываются и снова сушатся.

Таким образом, основной способ получения полиамида состоит в том, чтобы взять химикат, подобный аммиаку, чтобы ввести в реакцию с органической кислотой. Это пример того, что химики называют реакцией конденсации, когда два вещества сливаются в одно.

Химическая структура кевлара естественным образом превращает материал в крошечные прямые стержни, плотно упакованные вместе, подобно множеству жёстких карандашей, плотно набитых в коробку.

Эти стержни образуют дополнительные связи между собой (водородные связи), придающие дополнительную прочность, как если бы «карандаши» склеивали. Эта скреплённая структура стержней придаёт кевлару удивительные свойства.

Натуральные материалы — шерсть и хлопок, требуется спрячь в волокна, прежде чем удастся получить полезные текстильные изделия. Аналогичная технология относится и к искусственным волокнам: нейлону и хомексу

Основную арамидную массу превращают в волокна с помощью процесса, называемого «мокрое прядение». Процесс предполагает вытягивание горячего, концентрированного и очень вязкого раствора поли-пара-фенилентерефталамида через фильеру.

Получают тонкие, прочные и жёсткие волокна, которые наматываются на барабаны. Затем волокна нарезаются по длине и сплетаются в прочный мат. Так создаётся сверхпрочный, сверхтвёрдый материал, именуемый кевларом.



Рис 5. Намотка кевларовых волокон на барабаны

Классификация марок кевлара

* K-29 (1975) — применяется в промышленности для изготовления кабелей, тормозных колодок, индивидуальной брони и брони боевых машин.
* K49 — марка высокомодульного волокна используется в кабельной промышленности, для изготовления оплётки оптоволокна, для изготовления канатов, армирования пластмасс.
* K100 — пряжа, окрашенная производителем.
* K119 — с повышенным удлинением, гибкая и обладающая повышенной усталостной прочностью.
* K129 — марка волокна повышенной прочности для брони.
* AP — по прочности превосходит K-29 на 15 процентов.
* XP — композиция на основе смолы с повышенной вязкостью и нового волокна KM2.
* KM2 (1992) — марка волокна для получения ткани, отвечающей требованиям, предъявляемым к бронешлемам и бронежилетам.

Области применения

Как упоминалось выше, целью разработчиков было создание лёгкого, но в то же время прочного материала, который смог бы заменить тяжёлую сталь при производстве шин. Позднее, благодаря великолепным свойствам кевлара его начали использовать при пошиве одежды, спецовок, военной формы и т.д.

6.1 Наука

Кевлар часто используется в области криогеники из- за его низкой теплопроводности и высокой прочности по сравнению с другими материалами для изготовления суспензий, а также высокопрочных кабелей. Чаще всего он используется для подвешивания парамагнитной соляной оболочки к оправке сверхпроводящего магнита , чтобы минимизировать любые утечки тепла на парамагнитный материал. Он также используется в качестве теплового барьера или структурной опоры, где желательны низкие тепловые утечки.

6.2 Средства индивидуальной бронезащиты, униформы и одежды

Механические свойства материала делают его пригодным для изготовления средств индивидуальной бронезащиты — бронежилетов и бронешлемов. Исследования второй половины 1970-х годов показали, что волокно марки К-29 и его последующие модификации при использовании в виде многослойных тканевополимерных преград (композит из ткани и пластика) дают наилучшее сочетание скорости поглощения энергии и длительности взаимодействия с ударником, обеспечивая тем самым относительно высокие, при данной массе, преграды, показатели противопульной и противоосколочной стойкости. Это одно из самых известных применений кевлара

Кевлар обладает сравнительно небольшим весом, при этом значительной силой внутреннего трения, которая позволяет быстро рассеивать кинетическую энергию при столкновении, превращая её в тепловую. При этом он из-за своей тонкости не способен остановить острые и тяжёлые предметы, обладающие большим импульсом, к примеру, винтовочную пулю или лезвие штыка. По этой причине в современных армейских бронежилетах его комбинируют с дополнительными защитными пластинами из стали, титана или керамики, которые недолговечны, но способны спасти жизнь солдату в бою, а также с амортизирующими элементами для уменьшения заброневых действий снарядов.

В 1970-е годы одним из наиболее значительных достижений в разработке бронежилетов стало применение армирующего волокна из кевлара. Разработка бронежилета из кевлара Национальным институтом правосудия США происходила в течение нескольких лет в четыре этапа. На первом этапе волокно тестировалось, чтобы определить, способно ли оно остановить пулю. Второй этап заключался в определении количества слоёв материала, необходимого для предотвращения пробивания пулями различного калибра и летящими с разной скоростью, и разработке прототипа жилета, способного защищать сотрудников от наиболее распространённых угроз: пуль калибра .38 Special и .22 Long Rifle. К 1973 году был разработан жилет из семи слоёв волокна из кевлара для полевых испытаний. Было установлено, что при намокании защитные свойства кевлара ухудшались. Способность защищать от пуль также уменьшалась после воздействия ультрафиолета, в том числе солнечного света. Химчистка и отбеливатели также негативно сказывались на защитных свойствах ткани, так же, как и неоднократные стирки. Чтобы обойти эти проблемы, был разработан водостойкий жилет, имеющий покрытие из ткани для предотвращения воздействия солнечных лучей и других отрицательно влияющих факторов.



Рис 6. Органотекстолит на основе ткани кевлара для защитных элементов бронежилета

Гражданские применения включают: униформу с высокой термостойкостью, которую носят пожарные, бронежилеты, которые носят полицейские, службы безопасности и полицейские, тактические группы.

Кевлар используется для производства перчаток, рукавов, курток, чулок и других предметов одежды , предназначенных для защиты пользователей от порезов, истирания и воздействия тепла. Защитное снаряжение на основе кевлара часто значительно легче и тоньше, чем аналогичное снаряжение, сделанное из более традиционных материалов.

6.3 Спорт

Он используется для защитной одежды мотоциклистов, особенно в таких областях, как плечи и локти. В фехтовании используется в защитных куртках, бриджах, пластронах и нагрудниках масок. Он все чаще используется в пето , мягком покрытии, которое защищает лошадей пикадоров на арене. Конькобежцы также часто носят подкладку из кевларовой ткани, чтобы предотвратить возможные ранения от коньков в случае падения или столкновения.

В кюдо , или японской стрельбе из лука, он может использоваться как альтернатива более дорогой пеньке для тетивы лука . Это один из основных материалов, используемых для подвески параплана . Он используется в качестве внутренней прокладки для некоторых велосипедных шин для предотвращения проколов. В настольном теннисе слои кевлара добавляются к лезвиям или лопастям, изготовленным по индивидуальному заказу, чтобы увеличить отскок и уменьшить вес. На теннисные ракетки иногда натягивают кевлар. Он используется в парусах высокопроизводительных гоночных лодок.

Несколько компаний, в том числе Continental AG , производят велосипедные шины с кевларом для защиты от проколов. Велосипедные шины со складывающимся бортом, представленные в велоспорте Томом Ричи в 1984 году, используют кевлар в качестве борта вместо стали для снижения веса и прочности.

6.4 Судостроение

С начала 1990-х годов кевлар получил распространение в судостроении. Из-за технологических сложностей и высокой стоимости кевлара его применяют выборочно, лишь для изготовления отдельных частей судов, например, только в килевой части или по швам. Многие производители, такие как: верфи BAIA Yachts, Blue water, Dolphin, Danish yacht, Zeelander Yachts, делая в год не очень большое количество яхт, планомерно переходят на использование кевлара. Одним из лидеров в производстве яхт из кевлара считается итальянская верфь Cranchi, которая производит яхты из кевлара размером от 11 до 21 метра.

6.5 Музыка

Кевлар также обладает полезными акустическими свойствами для диффузоров громкоговорителей , особенно для низкочастотных и среднечастотных динамиков. Кроме того, кевлар использовался в качестве силового элемента в волоконно-оптических кабелях, таких как те, которые используются для передачи аудиоданных.

Кевлар можно использовать в качестве акустической основы смычков для струнных инструментов. Кевлар в настоящее время также используется в качестве материала для хвостовых шнуров (также называемых регуляторами хвостовика), которые соединяют хвостовик с концевым штифтом смычковых струнных инструментов.

Кевлар иногда используется в качестве материала для маршевых малых барабанов. Он обеспечивает чрезвычайно высокое натяжение, что приводит к более чистому звуку. Обычно на кевлар заливают смолу, чтобы сделать голову воздухонепроницаемой, и верхний нейлоновый слой, чтобы получить плоскую ударную поверхность. Кевлар используется в трости для деревянных духовых инструментов Fibracell. Материал этих тростников - это композит из аэрокосмических материалов, созданный для того, чтобы повторить то, как природа строит тростник. Очень жёсткие, но звукопоглощающие волокна кевлара подвешены в составе лёгкой смолы.

6.6 Автомобили

Кевлар иногда используется в конструктивных элементах автомобилей, особенно в дорогостоящих автомобилях. Рубленое волокно использовалось в качестве замены асбеста в тормозных колодках. Действительно, арамиды выделяют меньшее количество переносимых по воздуху волокон, чем асбестовые тормоза. Волокна асбеста известны своими канцерогенными свойствами.

6.7 Композитные материалы

Арамидные волокна широко используются для армирования композитных материалов, часто в сочетании с углеродным волокном и стекловолокном.

Матрица для композитов с высокими эксплуатационными характеристиками обычно представляет собой эпоксидную смолу. Типичные области применения включают корпуса монококи для гоночных автомобилей F1, лопасти винта вертолётов, теннис, настольный теннис,бадминтона и сквоша, каяки, биты для крикета, а также клюшки для хоккея на траве, хоккея с шайбой и лакросса.

Реалии и перспективы арамидных, кевларовых и других сверхпрочных волокон в России. Ведущие отечественные предприятия.

Мировая сводка производственной мощности пара-арамидных волокон в 2022 г. составила около 70 тыс. т/год, мета-арамидных – около 60 тыс. т/год, т.е. общий объем мирового производства – более 130 тыс. т/год, и цифра эта имеет тенденцию к росту. В денежном выражении рынок арамидного волокна составил 4,28 млрд долл. по итогам 2022 г. По прогнозам, к 2026 г. объем мирового рынка арамидного волокна достигнет 6 млрд долл., и в дальнейшем ожидается, что среднегодовой темп роста этого показателя составит 10,2% в период до 2030 г.

Потребность российского рынка в арамидных волокнах превышает 6 тыс. т/год, в то время как максимальные производственные мощности отечественных производителей пара-арамидов в России не превышают 365 т/год. Из них АО «Каменскволокно» производит 300 т/год, АО НПП «Термотекс» – 40 т/год, ООО «ЛИРСОТ» – 20–25 т/год.

Производство пара-арамидных нитей АРМОС на площадях «ЛИРСОТ» в 2020 г. было остановлено и законсервировано в связи с отсутствием заказов. По той же причине в ООО «ЛИРСОТ» было законсервировано в 2008 г. производство мета-арамидных волокон АРЛАНА мощностью до 20 т/год.

С момента разработки высокопрочных арамидно-кевларовых волокон и нитей все исследования были направлены на повышение их механических показателей – прочность и модуль упругости, что было обусловлено их применением в качестве армирующей основы для конструкционных композиционных и баллистических материалов.

Одним из важнейших критериев, характеризующих способность волокнистого материала противостоять динамическому (силовому) воздействию, является величина работы разрыва, или энергия разрушения (разрывная нагрузка). С этой целью ООО «ЛИРСОТ» разработало способ получения комплексных арамидных нитей, обладающих высокой прочностью, высоким модулем упругости и повышенным удлинением, придающим изготовленным на их основе баллистическим материалам эластичность, демпфирующую способность и снижение запреградной энергии

Арамидные высокопрочные высокомодульные нити АРМОС с прочностью на растяжение более 6,0 ГПа при динамическом модуле упругости более 160 ГПа нашли широкое применение в изделиях ракетно-космической и авиационной техники, в атомной промышленности, автомобилестроении, средствах связи, баллистических изделиях и др.

Нити АРМОС имеют уникальные прочностные и высокомодульные свойства и относятся к так называемым волокнам третьего поколения. По своим физико-механическим свойствам нити АРМОС превосходят зарубежные аналоги.

Полиамидные волокна АРИМИД, ПИОН, ТВИМ обладают высокой огнезащищённостью, превосходят по этому показателю все известные органические волокнистые материалы, длительно работоспособны при температурах до 400°С, выдерживают воздействие открытого пламени и теплового удара с температурой до 1000° С, не выделяя при этом дыма, сохраняют высокую прочность, эластичность при температурах от -196 до +400°С, отличаются высокой устойчивостью к жёсткому радиационному и ультрафиолетовому излучению, к воздействию арктического, субтропического и морского климата, соляного тумана, нефтепродуктов, масел, химических реагентов и других агрессивных сред, а также патогенных микроорганизмов, плесени, бактерий и вирусов.

Высокопрочные высокомодульные полиимидные нити (ВВП) являются основой перспективных термо-огнестойких органокомпозитов, баллистических материалов, текстильных изделий с высокой прочностью и стабильностью размеров при действии статических и динамических нагрузок, в т.ч. в условиях Арктики, тропиков, высокой радиации, ультрафиолетового излучения, вакуума, открытого пламени, высоких и сверхнизких переменных температур и других вредных факторов.

На территории РФ ООО «ЛИРСОТ» является единственным предприятием, выпускающим полиимидные волокна, где приоритет отдается созданию волокон с наиболее перспективными свойствами, а именно: огне-, термостойких высокопрочных высокомодульных полиимидных волокон (ВВП); полых мембранных селективных полиимидных волокон; электропроводных, поглощающих различные излучения дисперсно-наполненных волокон; интеллектуальных волокон (самоадаптирующихся, саморегулирующихся); волокон с повышенной теплоемкостью; би- и многокомпонентных волокон с демпфирующей способностью при динамических нагрузках.

Заключение

Приводя выводы по теме, чётко раскрывающие аспекты, затронутые в реферате, можно подытожить, что с момента своего создания и до современных реалий, параарамидные нити и волокна, в частности, к которым относится и кевлар, в том числе, не утратят своей востребованности на площадке промышленности, а, наоборот, будут усовершенствоваться и дальше и получат дальнейшее развитие не только в России, но и во всём мире.

Не исключено, что со временем ведения научных исследований и разработки более лучших аналогов современного кевлара, пополнения его классификационных марок, усовершенствованные экземпляры будут обладать свойствами и особенностями, которые будут превышать текущие характеристики в несколько раз, что, в перспективе, поможет человеку улучшить свою жизнь.

Так, в настоящее время, «DuPont» тратит больше миллиарда долларов в год на научные исследования, и часть этих денег идёт на усовершенствование технологии производства кевлара и разработки новых сортов сверхпрочного материала, поскольку статистика и практический опыт показывают, что объём сырья, используемого в производстве этих материалов, как и было уже сказано, имеет тенденцию к росту, а это значит, что в истории кевлара ещё очень рано ставить точку.

Список использованных источников:

1. Лисов, О. Кевлар — перспективный материал военного назначения. Зарубежное военное обозрение. — 1986.
2. Андреева Р. П. Кевлар. Энциклопедия моды. — СПб: Издательство «Литера», 1997.
3. Мера, Хироши; Таката, Тадахико (2000). «Высокоэффективные волокна». Энциклопедия промышленной химии Ульмана.
4. Перепёлкин К.Е. - Современные химические волокна и перспективы их применения в текстильной промышленности.
5. Крамарёв Д.В. - композиционные материалы на основе термопластичного полиимида и полиарамидной ткани.
6. Ибатуллина А.Р. Свойства материалов на основе арамидных волокон и области их применения.
7. [«Изобретая современную Америку: понимание - Стефани Кволек»](https://web.archive.org/web/20090327141201/http://web.mit.edu/invent/www/ima/kwolek_bio.html" \t "https://wikipredia.net/ru/_blank).
8. Лемельсон - программа [Массачусетского технологического института](https://wikipredia.net/ru/Massachusetts_Institute_of_Technology" \o "Massachusetts Institute of Technology).
9. [Кевлар - DuPont Personal Protection](http://www2.dupont.com/Personal_Protection/en_US/products/kevlar/index.html" \t "https://wikipredia.net/ru/_blank).
10. [Добро пожаловать в Кевлар](http://www2.dupont.com/Kevlar/en_US/index.html" \t "https://wikipredia.net/ru/_blank) . (2005-06-04). DuPont Чудеса науки.
11. [Стефани Луиза Кволек Биография](http://www.bookrags.com/biography/stephanie-louise-kwolek-woi/" \t "https://wikipredia.net/ru/_blank). Букрагс.
12. <https://wikipredia.net/ru/Kevlar>
13. <http://vestkhimprom.ru/posts/realii-i-perspektivy-aramidnykh-i-inykh-sverkhprochnykh-volokon>
14. <https://wreferat.baza-referat.ru/Кевлар>
15. <https://bstudy.net/918824/tehnika/izuchenie_svoystv_aramidnyh_volokonistyh_materialov>