



Арамидная ткань как элемент тягового каркаса конвейерных лент: современный материал с очевидными преимуществами

В предыдущих материалах информационного проекта RubberLab уже освещалась тема разнообразия технических тканей, используемых для изготовления тягового каркаса конвейерных лент (Технические ткани, применяемые для изготовления тягового каркаса конвейерных лент. Очевиден ли выбор? Февраль 2021 г.).

Мы убедились в том, что широкий ассортимент современных технических тканей даёт производителям возможность оказывать существенное влияние на физико-механические и эксплуатационные характеристики конвейерных лент, особенно при готовности потребителя экспериментировать. В качестве одного из наиболее перспективных направлений для дальнейших разработок было рассмотрено производство резинотканевых конвейерных лент с сердечником из арамидных тканей. Так как данный вопрос вызвал живой отклик у наших читателей, мы решили посвятить арамидным тканям отдельную статью.

Арамид – это синтетическое волокно высокой механической и термической прочности. Впервые пара-арамидное волокно было получено специалистами американской химической компании DuPont в 1964 году, технология производства инновационного материала разработана в 1965 году, и с 1970-х годов начался промышленный выпуск арамидного волокна под маркой «кевлар».

Изначально разработанный для армирования автомобильных шин, кевлар не только по сей день применяется в шинной промышленности, но и получил широкое применение для изготовления оплётки медных и волоконно-оптических кабелей, сверхпрочных тросов, шлангов высокого давления, насосов, перекачивающих высоко абразивные и агрессивные жидкости, бронежилетов и огнезащитной одежды. Наиболее распространенными на мировом рынке являются: параарамид, известный под торговыми марками кевлар и тварон, и метаарамид номекс.

В СССР разработчиком технологии получения арамидных волокон и нитей стал Всесоюзный НИИ полимерных волокон, а опытно-промышленные и промышленные производства были открыты в Ленинграде (Санкт-Петербурге), Калинин (Твери), Каменск-Шахтинске (Ростовская область) и Мытищах (Московская область). На сегодняшний день сохранились предприятия в Каменск-Шахтинске и Мытищах, и крупнейшим российским производителем арамидных нитей и тканей является «Каменскволокно», работающее преимущественно на государственный заказ.

Уникальные свойства арамидов во многом определяются технологией их производства. Традиционный технологический процесс включает в себя три этапа. На первом осуществляется синтез волокнообразующего полимера методом поликонденсации в растворе при низкой температуре. Из исходного раствора полимер выделяется в виде геля или крошки, затем промывается и высушивается. На втором этапе полученный полимер растворяется в одной из

сильных кислот, например, концентрированной серной кислоте, и из полученного раствора методом экструзии через фильеры при температуре + 50 – 100 °С формируются волокна и нити. На третьем, завершающем этапе, волокна помещаются в осадительную ванну с холодной водой, промываются, собираются на приёмном устройстве и высушиваются.

Свойства готовых волокон могут варьироваться в зависимости от использованного растворителя, условий нитеобразования, а также при последующих термических обработках свежесформованных изделий. Кристаллическая природа полимера обеспечивает высокую термическую стабильность, а наличие ароматических колец в структуре макромолекулы – химическую стабильность волокон.

Арамидные нити имеют наиболее высокие показатели прочности при растяжении, модуля упругости, защитной стойкости при ударе по сравнению с любыми другими органическими волокнами. Помимо этого, они обладают повышенными усталостными и диэлектрическими свойствами, а также такими уникальными характеристиками, как: термостабильность, обеспечивающая эксплуатацию в максимально широком температурном диапазоне, негорючесть, обуславливающая устойчивость к воздействию пламени, стойкость к воздействию органических растворителей и нефтепродуктов, возможность длительного хранения без изменения свойств.

Удивительно, но арамидное волокно обладает высочайшей механической прочностью, превосходящую прочность стали. Так, в зависимости от марки технической ткани, разрывная прочность арамидного волокна находится в пределах от 280 до 550 кг/мм². Данный параметр у стали составляет всего от 50 до 150 кг/мм², и лишь самые высокопрочные сорта стали со специальной обработкой приближаются к показателям прочности наименее прочных видов арамида.

Высокая механическая прочность арамидного волокна сочетается с относительно малой плотностью, а значит, и весом. Для сравнения, плотность параамида – 1400 – 1500 кг/м³, что ближе к плотности чистой воды (1000 кг/м³), чем стали (порядка 7800 кг/м³).

Арамидные волокна обладают высокой термической стойкостью и являются неплавкими. Температура их тления составляет 385 – 400 °С, начало разложения – 420 – 450 °С, воспламенения – 580 – 605 °С. Как и большинство других органических соединений, арамид горит в атмосфере кислорода, но его концентрация в воздухе является не достаточной для устойчивого горения – вне пламени волокно быстро самозатухает.

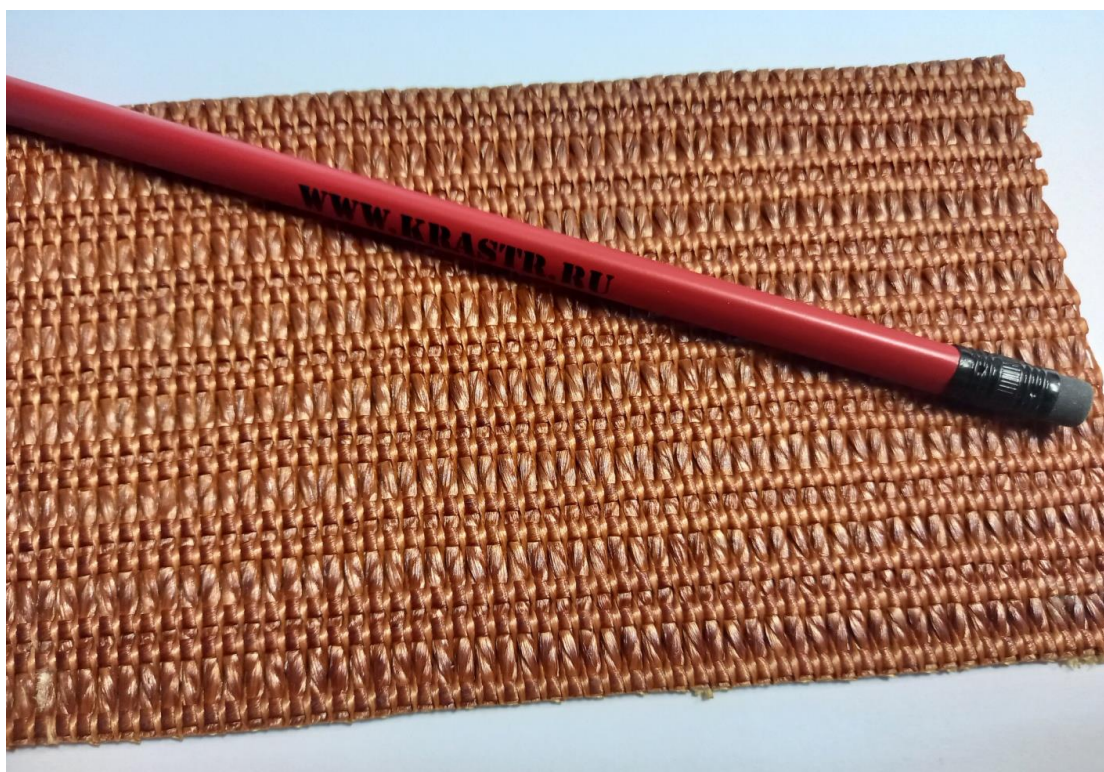
Конечно же, у данного материала есть и «слабые» места. Несмотря на то, что волокна не проявляют ползучести под нагрузкой, и во всём интервале нагрузок вплоть до разрушения зависимость напряжения от деформаций является линейной, заметное негативное влияние на их свойства оказывает скручивание нитей. При повышении степени кручения, а значит, поверхностном повреждении, модуль упругости и прочность арамидных волокон значительно снижаются. Испытания на усталостную выносливость показывают, что арамидные ткани выдерживают большое количество циклов нагружения, но только если не испытывают при этом поверхностного трения.

Ещё одним недостатком арамидного волокна, существенным для изготовления конвейерных лент на его основе, является низкая адгезионная способность. Адгезия – это сцепление различных по своему составу и структуре материалов, обусловленное их физическими и химическими свойствами. Подобное «сцепление» происходит при пропитке технических тканей, составляющих

основу сердечника конвейерной ленты, специальными составами: на основе латексов и резорцинформальдегидных смол (для полиамидных тканей) и блокированных полиизоцианатов (для полиэфирных тканей). Чем выше адгезионная способность пропитываемого волокна, тем выше степень его соединения с пропиточным составом, обеспечивающая, в конечном итоге, прочность связи ткани с резиной, то есть, монолитность конструкции конвейерной ленты, и снижение расщепления волокон ткани, соответственно, увеличение её циклической прочности.

Для того, чтобы нивелировать недостатки арамидного волокна и, при этом, использовать его неоспоримые преимущества, арамидное волокно в составе технической ткани комбинируется с иными волокнами. Так, в арамидно-полиамидной технической ткани DPP арамидное волокно (маркировка D) используется как нить основы, уток составляет двойная нить полиамида (маркировка P). Применение такой ткани в сердечнике резинотканевой конвейерной ленты вместо традиционных полиамидной (ТК) и полиэфирно-полиамидной тканей (ТЛК, ЕР, ЕРР) позволяет получить конечный продукт, принципиально отличающийся от обычной резинотканевой конвейерной ленты. Монопрокладочная резинотканевая конвейерная лента на основе ткани DPP является аналогом резинотросовым конвейерным лентам, обладающим существенно меньшим весом при одной и той же номинальной прочности.

Высокие эксплуатационные характеристики арамидного волокна по сравнению с другими синтетическими волокнами: низкое удлинение, высокие жёсткость, прочность и модуль упругости, устойчивость к воздействию повышенных температур и различных специфических факторов (химические реагенты, тепло, радиация) обусловили интерес потребителей к изделиям из такого материала. На рынке конвейерных лент появился уникальный продукт – монопрокладочные конвейерные ленты на основе арамидно-полиамидной ткани, однако на протяжении долгого времени их выпускали только иностранные производители.



*Фото 1. Техническая ткань DPP-2000.
Номинальная прочность по основе 2000 Н/мм; толщина 3,3 мм*

В 2018 году «ГСК Красный Треугольник» освоил производство монопрокладочных резинотканевых конвейерных лент с однослойным твёрдосплетённым каркасом. В ассортименте конвейерных лент марки MONO-PLY потребителям предлагались устойчивые к абразивному износу конвейерные ленты с сердечником из 1 слоя арамидно-полиамидной ткани DPP в различном исполнении:

- ✓ общего назначения (с наружными резиновыми обкладками из специальной резиновой смеси марки HWR (High Wear Resistant),
- ✓ огнестойкие (с резиновыми обкладками марки HWR/F),
- ✓ теплостойкие (с резиновыми обкладками марки HWR/T),
- ✓ морозостойкие (с резиновыми обкладками марки HWR/R).

Новая продукция получила положительные отзывы потребителей, и продуктовая линейка «ГСК Красный Треугольник» была расширена двухпрокладочными конвейерными лентами с двухслойным каркасом марки DUO-PLY, обладающими уникальными прочностными характеристиками – до 5000 Н/мм.

На сегодняшний день опыт поставок конвейерных лент с нестандартными технологическими решениями и их комбинациями, например, с сердечником из высокопрочных синтетических тканей (DPP; EPP) и резиновыми обкладками из износостойких резиновых смесей, в том числе, со специальными свойствами (огнестойкость, теплостойкость, морозостойкость), позволяет говорить о перспективности дальнейших разработок. Поиск новых материалов и отработка новых рецептур являются необходимостью для предприятий, желающих идти в ногу со временем и предлагать своим клиентам современный продукт, отвечающий всем требованиям высокотехнологичных производств.



RubberLab

www.krastr.ru/rubber-lab

тел.: (812) 495-94-00

E-mail: marketing@krastr.ru