

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕВОЛОКНА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Костюкович О.В.

Белорусский национальный технический университет

Углеволокно — высокопрочный, гибкий, линейно упругий материал. Оно получило широкое применение в современном строительстве. Примером этого является самый длинный мост из углепластика в Мадриде, изготовленный из полимерного композиционного материала. (Рисунок 1). Мост построен компанией «Ассипона». Ширина данного сооружения составляет 3,5 м, а длина- 44 м. На его строительство потребовалось 12 т. углепластика.



Рисунок 1 - Мост из углепластика в Мадриде.

Углеродное волокно (углеволокно) – материал, который получают из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, которые образуются благодаря атомам углерода. Выравниваясь параллельно друг другу, атомы углерода объединяются в микроскопические кристаллы. Именно благодаря выравниванию кристаллов волокна более прочные на растяжение. Основные характеристики углеродного волокна- высокая сила натяжения, низкий удельный вес, низкий коэффициент температурного расширения и химическая инертность.

На сегодняшний день к основным исходным материалам при получении углеродного волокна относят вискозные гидратцеллюлозные(ГТЦ) и полиакрилонитрильные (ПАН) волокна, а также специальные волокна из фенольных смол, лигнина, каменноугольных и нефтяных пеков.

При мокром формовании из древесной целлюлозы при помощи гидрат целлюлозы получают необходимые углеволокна. Этот процесс превращения гидратцеллюлозных волокон (ГТЦ-Волокна) в углеродные условно можно разделить на четыре основных этапа:

- формование;
- стабилизация;
- карбонизация;
- графитизационное вытягивание.

Одним из основных минусов, которые ограничивают данный метод применения волокон из целлюлозы, является маленький выход основного конечного продукта, примерно 10.....30 %, а также высокая стоимость в отличие от других методов. На сегодняшний день стало возможным получить углеволокно из гидратцеллюлозы с модулем упругости 690.....960 ГПа. Предел прочности при растяжении до 3445 МПа. В широкой промышленности выпускают углеволокно с модулем упругости 500.....530 ГПа с пределом прочности до 2800 МПа.

Пеки являются остатками от перегонки каменноугольного, торфяного, древесного дёгтя, а также нефтяной смолы. Процесс переработки пека в углеродное волокно делят на два этапа: получение низкомолекулярного волокна и его графитизация под нагрузкой. Получить волокна с отличными характеристиками с помощью этого способа не дёшево, поскольку требует длительного времени твердения и высоких температур при вытяжке. При вышеизложенном способе можно получить углеволокно с пределом прочности на растяжение 2585 МПа и модулем упругости 480 ГПа. Но обычно получают волокно, не подвергающееся вытяжке при графитизации с модулем упругости 35.....70 ГПа.

Полиакрилонитрильные (ПАН) волокна - синтетические волокна, формируемые из растворов полиакрилонитрила или сополимеров, содержащих более 85% (по массе) акрилонитрила. Само производство ПАН волокна условно можно разделить на основные стадии: получение волокнообразующего полимера, формование волокна по мокрому или сухому методу и регенерация растворителя (чаще всего диметилформамида и диметилацетамида). От температуры обработки в процессе получения волокна, а также от степени ориентации фибриллярных элементов зависит модуль упругости углеродного волокна на основе ПАН-волокна. Модуль упругости ПАН волокон, выпускаемых в промышленных

масштабах равен 517 ГПа, а предел прочности 1860 МПа. Из этого следует сделать вывод, что волокна на основе ПАН волокон имеют достаточно высокую цену изготовления, но это компенсируется их высокими свойствами. Если сравнить все методы получения углеволокна, то можно сделать вывод, что углеволокно, в производстве которого лежат пеки, выходит дешевле в изготовлении чем ПАН волокна, но при неполном прохождении технологического цикла изготовления его прочностные свойства значительно уступают прочностным свойствам ПАН волокна. Углеволокна из гидрата целлюлозы очень дороги. Цена высока по причине дорогостоящего процесса вытяжки при стадии графитизации. Наконец, углеволокно, получаемое осаждением из газовой среды имеет возможность получить большие перспективы применения, по причине их низкой цены и достаточно высоких характеристик. Однако, на рынке такие волокна пока отсутствуют, поскольку технология промышленного выпуска волокон из газовой среды находится в стадии разработки.

На сегодняшний день композитные материалы на основе углеродного волокна могут применяться как в виде ламелей, которые состоят из эпоксидной матрицы и углеродного волокна, так и в виде тканевых материалов различного плетения.