

Композиты занимают весьма перспективную нишу на рынке конструкционных материалов. Современная авионавтика, электроника, автомобиле- и судостроение, ветряная энергетика остро нуждаются в деталях, которые были бы легче металла, но при этом прочнее пластмасс. Поэтому даже в момент экономического спада выпуск композитов продолжает расти на 4% в год.

Эксперты полагают, что к 2013 г. мировой рынок композитов вырастет до 85 млрд евро с 60 млрд евро в 2008 г., а в натуральном выражении составит 10 млн т. Основной вклад в этот рост внесут автомобильная и строительная индустрия. Наряду с общим ростом рынка композитов, ожидается увеличение доли развивающихся стран. Китай займет 23% рынка, Бразилия и Индия — по 3%, Россия пока лишь скромный 1%.

Но то, что в глобальном масштабе кажется весьма скромным вкладом, внутри страны может оказаться неплохим стартом для технологического рывка. Ожидаемый объем продаж функциональных материалов с принципиально новыми свойствами в 2010–2011 гг. составит 1,1 млрд руб/год, из них композитов и керамических материалов — 500 млн руб/год, неметаллических материалов и покрытий — 330 млн руб/год.

Композитная отрасль России, несмотря на кризис, продолжает функционировать. Это подтвердила и заметно расширившая состав участников выставка «Композит-Экспо `2010», проводимая компанией «Мир-Экспо». На рынке появились новые перспективные игроки, как например, холдинг «Композит», а предприятия еще с советской историей продолжают активно работать и осваивать новые материалы.

Углеродные композиты

Холдинговая компания «Композит» (г. Москва) была создана недавно, в 2009 г., но, несмотря на это, опираясь на поддержку таких влиятельных структур, как Росатом, ГК «Роснанотех» («РОСНАНО»), «Ростехнологии», она поставила перед собой весьма амбициозную задачу — сформировать в России рынок композиционных материалов нового поколения. Холдинг объединяет несколько предприятий по выпуску искусственных синтетических волокон, углеродных материалов и изделий на их основе. Кроме того, в его состав входит инженеринговый центр, который занимается научными и образовательными программами, а также внедрением новых разработок. Только такой интегральный подход может, по мнению руководителей холдинга, дать толчок к увеличению потребления композитных материалов.

Одной из самых интересных новинок выставки стал представленный на стенде холдинга **углеродный наномодифицированный препрег**. Эти композиционные полуфабрикаты получают путем пропитки армирующей основы полимерным связующим таким образом, чтобы максимально реализовать физико-механические свойства армирующего материала. Методы обработки с использованием наномодифицированной пропитки углеродного волокна позволяют на 30% улучшить свойства материала.

Углеродные препреги с нанопропиткой могут быть востребованы в авиационной, космической и атомной промышленности. На их основе изготавливают современные строительные материалы, автобамперы повышенной прочности, спортивный инвентарь, шлемы и другое защитное оборудование.

Углеволоконистый графитовый композит УГМК является конструкционным материалом, в котором армирующим элементом служит шихта из графитового порошка и дискретных углеродных волокон, а матрицей — пироуглерод. Химическая и термическая устойчивость, а также газонепроницаемость позволяют использовать УГМК для производства химического оборудования, нагревательных элементов электропечей, горячих

пресс-форм и литейных форм, футеровочных плиток, арматурных термопар и пар трения.

Углерод-углеродный композиционный материал КИМФ состоит из армирующего элемента в виде плетеного каркаса и ортогональной трехмерной структуры из углеродного волокна и пироуглеродной матрицы. Данный материал обладает уникальными прочностными характеристиками, высокой ударной вязкостью и способностью сохранять стабильную структуру при нагреве до 3000 °С с последующим охлаждением. Наряду с традиционным применением в ракетно-космической, атомной и энергетической промышленности, материал можно использовать для изготовления фурнитуры высокотемпературных печей, нагревателей, тиглей, форм для разлива цветных металлов.

Крупнейшим производителем углерод-углеродных композитных материалов (УУКМ) в странах СНГ является ОАО «Углекомпозит» (г. Запорожье, Украина). Здесь выполняются полный цикл технологических операций по изготовлению изделий из УУКМ. Наряду с сохранением прочности при экстремально высоких температурах, композиты на основе углеродной матрицы и углеродных волокон обладают хорошей электропроводностью и низким ко-

эффициентом температурного расширения.

На стенде компании были представлены **углеродная карбонизированная ткань «Хортица»** и **графитированная ткань «Этан-1»**. Обе они сделаны на основе вискозного полотна, обработанного многокомпонентным раствором неорганических солей, и используются как наполнитель углерод-углеродных материалов. Ткань «Хортица» с пределом обработки 820 °С применяется для изготовления химически стойких углепластиков, а также для фильтрации растворов кислот и щелочей. «Этан-1» с температурой термообработки 2200 °С используется как армирующая основа при изготовлении высокотемпературной изоляции токопроводящих элементов и гибких нагревателей.

Эпоксидные связующие

Получение качественных композитных материалов возможно только при использовании для пропитки армирующего материала низковязких эпоксидных связующих, однако многие производители в погоне за дешевой применяют стандартные эпоксидные смолы типа ЭД-20. ЗАО «ЭНПЦ «Эпитал»» (г. Москва) готово предложить своим заказчикам низковязкие смолы, компаунды и отверди-

тели, созданные специально для работы с композитными материалами.

Одноупаковочное эпоксидное связующее «Этал-345» представляет собой раствор модифицированной эпоксидной диановой смолы с эпоксидным числом 18–20 и отвердителя из смеси нетоксичных ароматических аминов. Этот состав можно использовать для изготовления высокопрочных стеклопластиковых изделий: баллонов для хранения газа с внутренним давлением до 400 атм, труб и другой продукции, получаемой из предварительно пропитанных тканей или ровинга методом сухой намотки. Жизнеспособность смолы «Этал-345» составляет не менее 2 ч.

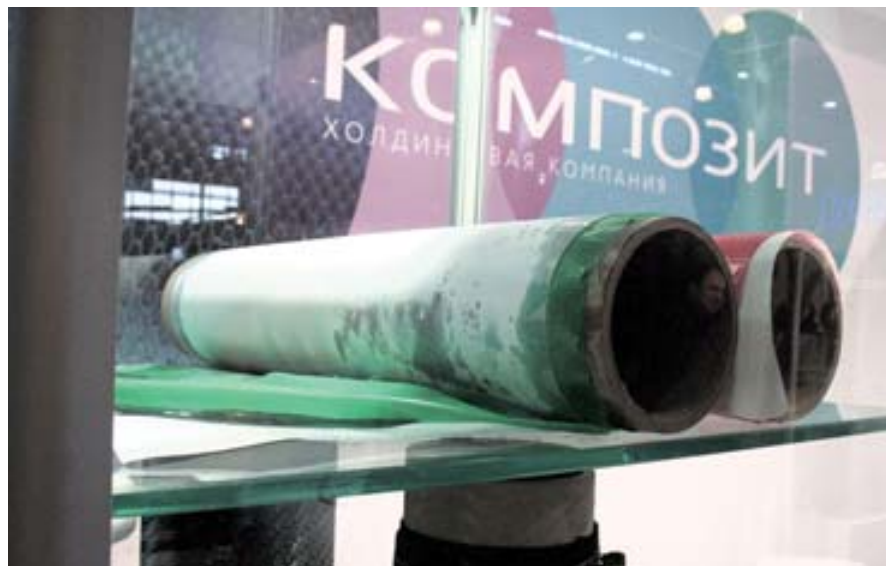
Модифицированная эпоксидная смола «Этал-370» и отвердитель «Этал-245М» рекомендуются для изготовления и ремонта корпусов и крупных конструктивных элементов катеров и яхт. Состав можно использовать для ручной выкладки стеклопластика, как в случае вакуумной пропитки, так и без использования вакууммирования. Для хорошей пропитки необходимо, чтобы компоненты были нагреты до 25 °С.

Композиция из смолы «Этал-370» и отвердителя «Этал-47F5» хорошо зарекомендовала себя при пропитке нетканых материалов и деревянных конструкций под вакуумом в авиации.

Эпоксидный компаунд «Этал-1471» представляет собой низковязкий двухупаковочный состав, не содержащий растворителей. Он применяется для производства методом пропитки или намотки стекло- и углепластиковых изделий, предназначенных в дальнейшем для контакта с холодной и горячей водой, щелочами любых концентраций, растворами солей и кислот.

Оборудование для производства композитов

Производители композитов должны быть хорошо знакомы с технологическими возможностями современного оборудования, чтобы оперативно реагировать на любые требования рынка. Инновационные материалы и



Углеродные наномодифицированные препреги холдинга «Композит»

оборудование для выпуска композитов поставляет на российский рынок компания Carbon Studio (г. Санкт-Петербург). Предлагаемые изделия реализуют самые разнообразные технологии — от ручного ламинирования и простой вакуумной формовки до процессов горячего прессования и автоклавного формования.

На стенде компании была представлена **мобильная установка Vacmobiles 20/2** для производства композитов путем вакуумной инфузии. Метод инфузии использует силу вакуумного давления для ввода смолы в ламинат. Суть метода заключается в следующем: материалы будущего композита выкладываются в сухом виде в оснастку, затем производится вакууммирование. Как только достигается полный вакуум, смола за счет разницы давления засасывается в ламинат по специальным трубкам.

Вакуумная инфузия применяется для изготовления деталей из стекло- и углепластика в единичных экземплярах либо малыми партиями. Детали могут быть как небольшими, с площадью поверхности менее 1 м², так и крупными, например, корпуса яхт.

Система Vacmobiles 20/2 включает в себя ловушку смолы объемом 2 л с двумя вакуумными портами, датчик контроля уровня вакуума, пластинчатый вакуумный насос PVR EM производительностью 18 м³/ч, а также алюминиевый шланг. Высота установки варьируется в пределах от 1065 мм в рабочем состоянии до 602 мм при транспортировке, вес составляет 39,5 кг.

Vacmobiles 20/2 можно дополнительно оснастить увеличенной ловушкой для смолы объемом 19 л, которая собирает избыточную смолу в процессе производства композитов и уменьшает риск ее попадания в насос и центральную вакуумную линию. Увеличенная ловушка может служить герметичным коллектором и резервуаром дегазации для нескольких вакуумных линий. А ультразвуковой датчик утечек и датчик абсолютного давления позволяют устранить

мелкие утечки в вакуумной линии, которые невозможно отследить с помощью стандартного вакуумметра.

Компания «Микросам» (Македония) занимается выпуском оборудования для производства композитов около 20 лет. Номенклатурный перечень предприятия включает в себя современные намоточные станки, барабанные установки для производства препрегов, станки для выкладки жгутов и лент, пропиточные линии, машинные центры для обработки композитов.

В Россию, в частности была поставлена, **вертикальная пропиточная линия LI** для изготовления препрегов. Фирма «Микросам» является основоположником в разработке подобных машин. Ее специалисты начинали с создания небольших лабораторных версий для исследования и получения новых препрегов. Впоследствии оборудование было усовершенствовано и, пройдя необходимые проверки, стало использоваться в массовом производстве.

Конфигурация линии LI включает несколько функциональных узлов. Станция размотки армирующего

материала оснащена двухвалковым механизмом, который обеспечивает постоянное натяжение ткани и может регулироваться в зависимости от производственных требований и характеристик ткани. Устройство, подающее ткань в пропиточную ванну, так же, как и размоточный узел, отвечает за одинаковость натяжения. Оно приводится в движение асинхронным двигателем, а управление процессом осуществляется при помощи натяжных валков.

Важнейшей частью линии LI является устройство пропитки, где производится погружение ткани в связующее. Для достижения качественной пропитки предусмотрено несколько вариантов движения ткани через пропиточные валки. Это обеспечивает минимальное выпадение пряжи и исключает появление воздушных пузырьков. Пропиточная ванна оснащена устройством контроля температуры смолы. Измерительное устройство, определяющее толщину готовой продукции, включает в себя два стальных вала с закаленной и отшлифованной поверхностью, зазор между которыми регулируется микрометром.

Далее пропитанная смолой ткань попадает в вертикальную печь для сушки и отверждения. Печь оснащена радиационными панелями обогрева и вентиляционной системой. Система вентиляции подает предварительно нагретый воздух к ламинированным слоям с минимальной скоростью, которая контролируется общей системой управления линией. Радиационные панели обогрева дают инфракрасное излучение, просвечивающее ткань с обеих сторон, что обеспечивает одинаковое отверждение всей поверхности материала.

Затем материал поступает в следующую зону с охлаждаемыми водой роликами, транспортирующими ткань без прилипания и склеивания. После этого происходит выравнивание кромок при помощи пневмогидравлического устройства, и готовая продукция сматывается в рулон с соблюдением скорости намотки.



Мобильная установка Vacmobiles 20/2



Образец литьевого полиуретана Пермского порохового завода

Линия LI управляется системой SCADA, гарантирующей высокий уровень контроля в течение всего технологического процесса. Для осуществления оперативного управления и контроля главные команды доступны в нескольких особо ответственных зонах машины.

Литьевые полиуретаны

Параллельно с выставочным проектом, посвященным композитам, проводилась выставка «Полиуретанэкс». Наряду с чрезвычайно распространенной сегодня пенополиуретановой теплоизоляцией, здесь можно было познакомиться с **полиуретановыми эластомерами литьевых марок**, которые применяются в машиностроении для изготовления износостойких деталей: манжет, втулок, колец и роликов. В отличие от пенополиуретанов, полиуретановые эластомеры литьевых марок все еще являются относительно новым материалом, возможности применения которого далеко не исчерпаны. Одним из ведущих производителей такой продукции в России является ФКП «Пермский пороховой завод».

Внешне полиуретановые эластомеры представляют собой каучукоподобный материал, который можно использовать вместо резины и традиционных пластмасс. Они выдерживают гораздо более высокие нагрузки, чем обычные эластомеры. Одновременно полиуретаны проявляют высокое сопротивление раздиру и истиранию, что является залогом высокой прочности. Кроме того, они отличаются сравнительно хорошей стойкостью к маслам и прекрасной устойчивостью к действию УФ-лучей.

Преимущество литьевых полиуретановых эластомеров состоит в том, что из них можно легко сделать блоки разного размера. Стоимость оборудования для переработки очень низка, благодаря простой конфигурации формы изготавливаются быстро. Другим ценным свойством большинства типов полиуретановых эластомеров является возможность применения почти всех способов механической обработки. Это позволяет быстро изготовить нужные фасонные изделия для общей оценки и выбора оптимальной конфигурации.

Полиуретаны литьевых марок широко используются для изготовления прокладок и уплотнений различного назначения. Уплотнения могут быть статическими, возвратно-поступательного действия или вращающимися и применяться в пневматических или гидравлических системах либо как простые скреперные уплотнения для плоских поверхностей или валов.

Полиуретановые валки очень эффективны при работе с абразивами и предметами с острыми краями, например, для подачи лент из термопластов в грануляторы, в машинах для обдирки риса, для рубки стекловолокна непосредственно на валках. Сюда же относятся подающие ролики оборудования для шлифовки панелей из фанеры и направляющие ролики установок по изготовлению зеркальных стекол.

В горном деле и карьерных разработках полиуретаны используют вместо обычного каучука или даже твердой стали для транспортировки абразивных шламов, состоящих из частиц относительно небольшого размера, например, в шаровых и стержневых мельницах, флотационных установках, гидроциклонах и трубопроводах.

На сегодняшний день Пермский завод выпускает, кроме традиционных марок СКУ-ПФЛ и СКУ-7Л, более 10 полиуретановых составов различного назначения, среди которых ЛУР-90, ЛУР-СТ, СКУ-ПФЛ-Ч, СКУ-ПЛ-60, УР-50М, УР-70В.

Состав СКУ-ПФЛ-Т применим только для производства плит, используемых, например, на обувных фабриках для вырубки заготовок из кожи и картона. Состав ЛУР-90 широко применяется для облицовки валов при вырубке картона в целлюлозно-бумажной промышленности. Кроме того, завод предлагает системы компонентов «форполимер и жидкий отвердитель» марок НИЦ-ПУ-5, ЛУР-СТ, УР-50М и СКУ-ПЛ-60 с повышенной живучестью состава.

Марина Народовая,
фото автора