



С 29 по 31 марта 2022 г. в павильоне № 1 ЦВК «Экспоцентр» (Москва) прошли очередные международные специализированные выставки – «Композит-Экспо» и «Полиуретанэкс», организованные, как обычно, выставочной компанией «Мир-Экспо» и поддержанные (тоже как обычно) журналом «Полимерные материалы. Изделия. Оборудование. Технологии» в качестве информационного партнера.



Павильон № 1 ЦВК «Экспоцентр» во время проведения выставок «Композит-Экспо-2022» и «Полиуретанэкс-2022» (источник: «Мир-Экспо»)

Международные выставки «Композит-Экспо-2022» и «Полиуретанэкс-2022»

Следует сразу подчеркнуть, что, несмотря на сложную экономическую обстановку в России и отрасли, вызванную ужесточением санкций, эти главные в стране мероприятия композитной и полиуретановой индустрии вызвали активный интерес со стороны посетителей-специалистов на протяжении всех трех выставочных дней. В 2022 г. на выставках «Композит-

Экспо» и «Полиуретанэкс», на площади около 5400 м², разместились 130 экспонентов, в том числе 101 отечественный и 29 зарубежных из 8 стран мира. Выставки посетило более 5400 посетителей, включая 90 % специалистов из различных отраслей промышленности. Ниже приводится выборочная характеристика некоторых зарубежных и отечественных экспонентов и их стендов.

«Композит-Экспо-2022»

В 14-й выставке «Композит-Экспо» приняли участие 90 экспонентов из 7 стран (Германия, Италия, КНР, Белоруссия, Россия, Турция, Франция). Свои разработки на «Композит-Экспо-2022» представили компании «Аттика», «Дугалак», «Композит Строй», НИИКАМ, «Нева Технолоджи», СИБУР, «Суперпласт», «Эпитал», CMS Industries, DVI Eurotech, Nord Composites и многие другие.

В этом году исполнилось 30 лет российской компании «Суперпласт» (Москва), специализирующейся на разработке и производстве модифицированных эпоксидных (в том числе востребованных в настоящее время бесцветных), полиимидных и кремнийорганических смол, лаков, компаундов, отвердителей, а также связующих на их основе, специально разработанных под различные технологические процессы формования

композитных изделий методами пропитки под давлением, пултрузии, намотки, контактного формования и др. (рис. 1). На собственных производственных площадях компания изготавливает более 100 видов компонентов ПКМ для более чем 500 российских предприятий. Среди ее партнеров по выпуску и разработке новых материалов – ведущие НИИ, научные центры и заводы России. Одной из последних разработок является эпоксидное связующее «Суперформ Ф-2» с термостойкостью от 180 до 200 °С. По словам Павла Астахова, основателя и бессменного директора «Суперпласта», несмотря на усиление санкционного давления на отрасль с момента начала специальной военной операции на Украине, объемы продаж компании значительно выросли. Возможно, здесь имело место желание заказчиков запастись впрок востребованной продукцией «Суперпласта».



Рис. 1. Стенд ООО «Суперпласт» (а) и некоторые из представленных на нем образцов продукции (б, в)

Среди посетителей стенда были не только новые, но и старые (в переносном, конечно, смысле) знакомые, встреча с которыми всегда обоюдно приятна (рис. 2).



Рис. 2. Есть что обсудить профессионалам отрасли – Павлу Астахову, директору ООО «Суперпласт» (слева), и д-ру техн. наук Сергею Бухарову, профессору МАИ (Национальный исследовательский университет)

О специализации «Научно-исследовательского института космических и авиационных материалов» (НИИКАМ), созданного в 1987 г. и базирующегося в г. Переславле-Залесском (Ярославская обл.), свидетельствует его название. За 35 лет своего существо-

вания он стал одним из ведущих предприятий страны в авиакосмической композитной отрасли. Представленная на выставке экспозиция НИИКАМ (рис. 3) лишь в малой степени отразила множество материаловедческих и конструкторско-технологических разработок, среди которых (рис. 4):

- металлизированные полимерные пленки – фторопластовые, полиэтилентерефталатные и полиимидные. Последние способны длительно (в течение 4 ч) выдерживать воздействие высоких температур (до +350 °С);
- липкие ленты, в том числе термоотверждающиеся и электропроводящие;
- переносные слои липкости;
- комбинированные материалы;
- материалы для экранно-вакуумной тепловой изоляции;
- связующие и полимерные композиты;



Рис. 3. Стенд НИИКАМ на выставке «Композит-Экспо-2022». На переднем плане – безлейнерный, полностью композитный баллон для криогенных жидкостей

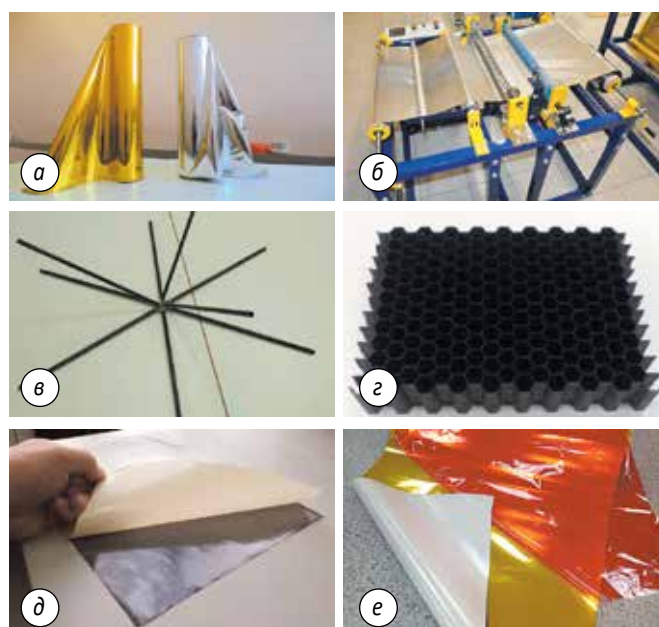


Рис. 4. Примеры материаловедческих и конструкторско-технологических разработок НИИКАМ: а – металлизированные полиимидная и полиэтилентерефталатная пленки; б – установка для перфорации экранно-вакуумной изоляции; в – трубчатые элементы крупногабаритных самораскрывающихся антенн; з – углеродистый сотовый наполнитель сэндвич-конструкций; д – клеящая пленка с защитным слоем; е – комбинированный материал (источник рис. 2 и 3: НИИКАМ)



- конструкционные клеи;
- облегченные наполнители сэндвич-конструкций;
- нестандартное лабораторное и технологическое оборудование.

К сравнительно недавним инновационным разработкам НИИКАМ относятся ПКМ марок «Аристар» и «Аристид», в частности углепластики «Аристар-В» на основе специального связующего, отличающегося минимальными показателями влагопоглощения и газовыделения, а также высокими показателями радиационной стойкости и трещиностойкости при термоциклировании (рис. 5). Изготовленные из этих композитов элементы конструкции антенных комплексов космических аппаратов обладают высокой размерной стабильностью и повышенным сроком службы в условиях космического пространства. Следует отметить, что в настоящее время подобные ПКМ изготавливаются только в США и Великобритании, а потому попадают под санкции как продукция двойного назначения и запрещены к поставкам в Россию. Так что данный проект НИИКАМ является примером реального импортозамещения, так необходимого российской промышленности в сложившихся условиях работы.



Рис. 5. Внешний вид специального связующего (а) и автоматизированная машина, разработанная и изготовленная для пропитки им углеродного волокнистого наполнителя, в том числе высокомолекулярного (б)

«Аристар» представляет собой семейство композитных материалов, наполненных непрерывными армирующими материалами (жгуты и ткани на основе углеродных, стеклянных, кварцевых, арамидных, полиэтиленовых (СВМПЭ) и других волокон в заданных комбинациях и пропорциях с полимерной матрицей). Различают «Аристар-Е» (применяется в изделиях, где важны максимальные прочность и легкость), «Аристар-С» (для радиопрозрачных и электроизоляционных изделий) и «Аристар-В» (для максимально жестких, размеростабильных конструкций). «Аристид» – семейство материалов с дисперсными наполнителями. Все эти композиты перспективны в авиационной отрасли для многих силовых и корпусных элементов, систем кондиционирования воздуха, элементов авиационных газотурбинных двигателей. Большинство марок может длительно эксплуатироваться в широком диапазоне температур – от -270 до $+250$ °С, а специальные марки – даже до $+(350-450)$ °С, в зависимости от окружающей среды.

Давно и плотно работает на российском рынке (и не собирается уходить с него даже в период санкций) итальянская компания CMS S.p.A., специализирующаяся на производстве различного формующего и обрабатывающего оборудования. Его примерами являются:

- высокоскоростные 5-осевые вертикальные и горизонтальные обрабатывающие центры (ОЦ) для мехобработки изделий из полимерных композитов и металлов. Некоторые из центров имеют дополнительные функции для оптимизации процесса (рис. 6);
- крупногабаритная гибридная система, сочетающая технологию SEAM (3D-печать с подачей материала методом шнековой экструзии) с последующей фрезерной обработкой напечатанной заготовки;
- вакуум-формовочные машины (ВФМ) серий EIDOS, BR5 CS, BR 5 HP, DR 5 Special SPA и MASTERFORM, покрывающие практически все возможные технологии переработки листовых термопластиков методом вакуумного термоформования.



Рис. 6. Высокоскоростной ОЦ с универсальной 5-осевой системой вакуумной фиксации обрабатываемой детали (источник рис. 6–8: CMS S.p.A.)

Особого упоминания заслуживает новое поколение ВФМ серии EIDOS (рис. 7), основанное на передовых конструкторских решениях в сочетании с новым программным обеспечением для управления машиной с максимальной простотой управления и эксплуатации.



Рис. 7. Новое поколение ВФМ модели EIDOS (справа – станция загрузки листовой заготовки и выгрузки отформованного изделия, слева – станция формования)

Сравнительно недавно, 4 года назад, компания CMS S.p.A., опираясь на свой многолетний опыт в области машиностроения, разработала, а затем внедрила в серийное производство инновационную гибридную технологию широкоформатной 3D-печати изделий из наполненных короткими углеродными или стеклянными волокнами полимерных композитов с последующей



Рис. 8. Гибридная система CMS-KREATOR на базе ОЦ ARES 4826 (а) и изготовленная на ней крупногабаритная полимерная оснастка (б)

мехобработкой напечатанного изделия на том же самом оборудовании (рис. 8, а). Примером таких объектов может служить формообразующая оснастка из ПКМ на основе модифицированного полиамида ПА6 и коротких углеродных волокон, предназначенная для последующего формования на ней изделий из полимерных композитов (рис. 8, б) (более подробно о данной технологии – в ближайших номерах журнала. – *Прим. ред.*).

Одной из основных операций при производстве изделий из ПКМ является сборка пакета-заготовки из слоев армирующих волокнистых наполнителей или препрегов, которая осуществляется методами намотки или выкладки. Если речь идет о ручной выкладке, которая чаще всего используется на практике, например, перед пропиткой пакета связующим методом вакуумной инфузии, то для фиксации его отдельных слоев относительно друг друга обычно применяют контактные клеи на основе растворителя в одноразовых аэрозольных баллончиках, что имеет ряд недостатков (опасность воспламенения растворителя, возможность негативного влияния на материал, ограниченный срок хранения и необходимость ношения оператором средств индивидуальной защиты). Этих недостатков лишены представленные на стенде компании **DVI Eurotech Ltd.** (Москва) полиолефиновые клеи марочной серии *Vactac* с практически неограниченным сроком хранения, распыляемые в расплавленном состоянии из ручного экструзионного пневмопистолета марки *tec* (рис. 9). Наносят клей только на одну поверхность, где на срок до 5 мин они сохраняют липкость

и позволяют при необходимости перемещать накладываемый слой до нужного положения на нижнем слое. И только затем происходит окончательное схватывание клея. Высокая липкость и прочность клея обуславливают его минимальный требуемый расход при нанесении на поверхность склеиваемых слоев и, как следствие, практическое отсутствие какого-либо негативного воздействия на структуру пакета. Разработчиком и производителем этих клеев и пистолетов для их нанесения является британская компания **Power Adhesives Ltd.**, а **DVI Eurotech** – ее эксклюзивным представителем в России и странах СНГ.

На стенде компании **ООО «Нева Технолдж»** (Санкт-Петербург), специализирующейся на внедрении технологического и измерительного оборудования, а также систем неразрушающего контроля, среди прочего были представлены цифровой режущий плоттер швейцарской фирмы **Zünd**

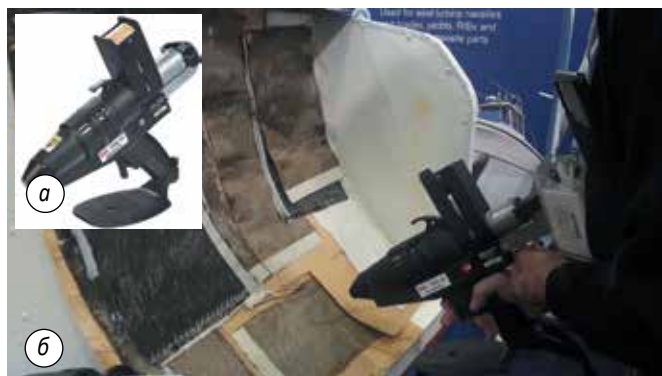


Рис. 9. Термопистолет модели *tec 7300* (а) и демонстрация его работы на образцах различных армирующих тканей на стенде компании **DVI Eurotech Ltd.** (б)



Рис. 10. Цифровой режущий плоттер (а) и измерительный манипулятор (б) на стенде компании «Нева Технолджи»



Рис. 11. Стенды компаний «Композит Строй» (а), «Аттика» (б) и «Эпитал» (в) – отечественных производителей и поставщиков компонентов связующих ПКМ на российский рынок – не пустовали в течение всех трех дней выставки «Композит-Экспо»

Systemtechnik (рис. 10, а) и портативный измерительный манипулятор французской фирмы Kreon Technologies (см. рис. 10, б).

Сборке пакета-заготовки методом выкладки перед формованием изделий из ПКМ обычно предшествует ответственная операция раскроя слоев армирующей ткани или препрегов, которая в ручном исполнении является весьма трудоемкой. Плоттеры фирмы Zünd Systemtechnik позволяют в автоматическом режиме с высокой производительностью и точностью раскраивать трудно раскраиваемые ткани и препреги на основе стеклянных, углеродных и арамидных волокон, а также сотовые и вспененные заполнители сэндвич-конструкций, широко используемых в авиакосмической технике. При этом режущая система по заданной программе перемещается над раскраиваемым материалом, удерживаемым на рабочем столе за счет вакуумирования с внутренней поверхности материала, по балке, на которой она расположена, а та, в свою очередь, – в поперечном направлении. Максимальная высота балки над столом в зависимости от исполнения плоттера может достигать 120 мм, а максимальные габаритные размеры рабочего стола – 3200×3200 мм.

Многоосевые шарнирно-сочлененные манипуляторы серии Kreon предназначены для контактного или бесконтактного размерного контроля различных изделий, в том числе сложной формы. В первом случае на конце последней оси манипулятора размещается измерительный щуп, во втором – сканер. За высокую точность измерений отвечают имеющиеся в каждом шарнирном сочленении угловые датчики (энкодеры), с помощью которых программа пересчитывает в размеры изделий либо позиции контактного щупа, либо данные, получаемые при сканировании в случае бесконтактных измерений. Широкий выбор манипуляторов с размерами рабочей зоны от 2,0 до 4,5 м позволяет подобрать систему, подходящую для размерного контроля изделий соответствующих габаритов.

Компоненты различных связующих ПКМ на выставке «Композит-Экспо-2022», помимо «Суперпласта» и НИИКАМ, предлагал и ряд других отечественных экспонентов. Так, на стенде компании «Композит Строй», бренд которой является собственностью ООО «Полико Ритейл» с 2014 г., были представлены эпоксидные и полиэфирные смолы, гелькоуты и лаки, силиконы, полиуретаны и другие компоненты собственного производства, необходимые для изготовления изделий из стеклопластиков, углепластиков и других

ПКМ (рис. 11, а). Не менее широк ассортимент подобной продукции у ООО «Аттика», включающий также ненасыщенные и насыщенные полиэфирные смолы, катализаторы и ускорители для них, отвердители эпоксидных систем и др. (рис. 11, б). Так что для заинтересованных посетителей, приценивающихся к данным компонентам ПКМ, была возможность сравнить их стоимость и характеристики для возможной дальнейшей закупки. Разнообразные модифицированные эпоксидные смолы и отвердители для производства ПКМ – основные виды продукции российской компании «Эпитал» (рис. 11, в).



Рис. 12. Выпускники кафедры «Технология переработки неметаллических материалов» МАТИ имени К. Э. Циолковского разных поколений на выставке «Композит-Экспо-2022»: Александр Козловский (слева), Ирина Первушина и канд. техн. наук Владимир Мымрин (первые двое, кстати, – его бывшие студенты)

Как и любая другая отраслевая выставка, «Композит-Экспо» предоставила возможность специалистам не только познакомиться с ее экспозицией, но и лишний раз встретиться с коллегами по полимерному



Рис. 13. Участники научно-практической конференции «Практические аспекты применения композитных материалов в различных отраслях промышленности» (источник: «Мир-Экспо»)

цеху (рис. 12). Бывает, что подобные приятные встречи только и происходят на отраслевых выставках, создавая, тем не менее, атмосферу большой отраслевой «композитной семьи».

Основным мероприятием в рамках деловой программы выставки «Композит-Экспо 2022» стала 3-я научно-практическая конференция «Практические аспекты применения композитных материалов в раз-

личных отраслях промышленности», которая прошла 30 марта 2021 г. и привлекла интерес множества специалистов (рис. 13). Среди прочего на конференции спикером из ПАО «СИБУР» было анонсировано открытие первого производства малеинового ангидрида на территории России – одного из основных отвердителей эпоксидных связующих ПКМ, что позволит избавиться от зависимости от его импортных поставок.

«Полиуретанэкс-2022»

Одновременно с «Композит-Экспо-2022» прошла 13-я международная специализированная выставка «Полиуретанэкс», познакомившая широкий круг посетителей-специалистов с новыми и проверенными технологиями, с образцами готовой продукции из полиуретановых (ПУ) материалов для различных отраслей, а также с клеями и герметиками. В состоявшемся мероприятии приняли участие 40 компаний из 7 стран (Германия, КНР, Белоруссия, Россия, Турция, Объединенные Арабские Эмираты, Иран). В числе экспонентов выставки были «Алькор», «АСД-техника», «Банг и Бонсомер», «Владипур», «НИИ полимеров», «Дау Изолан», «Д-Формер», «Полимер-Комплекс», «Техмаш», Huntsman, Cannon Eurasia, Wanhua BordsodChem и другие отечественные и зарубежные компании.

Среди прочего на выставке было широко представлено смесительно-дозировочное и заливочное оборудование – в основном отечественного производства, но за исключением некоторых импортных комплектующих, которые требуют в настоящее время замещения на отечественные аналоги. Так, по словам *Михаила Трифонова*, генерального директора научно-производственной компании «Д-Формер» (г. Балашиха, Московская обл.), за прошедший год удалось наладить собственное производство шестеренчатых насосов для собственного же оборудования, не уступающих по своим техническим характеристикам импортным. В ассортимент промышленной продукции, производимой компанией, входят смесительно-дозировочные машины низкого давления для переработки наполненных и ненаполненных полиуретановых систем горячего и холодного отверждения, силиконовых, эпоксидных и клеевых систем (рис. 14). Кроме того, предлагается аппаратное оснащение для реакционно-инжекционного



Рис. 14. Стенд компании «Д-Формер» с образцами производимого смесительно-дозировочного оборудования



Рис. 15. Заливочная машина высокого давления на стенде ПК «Полимер-Комплекс»

формования (RIM-технология), для мелкосерийного производства полимерных изделий методом безнапорного литья в вакууме, для ультразвуковой сварки термопластов.

На стенде ПК «Полимер-Комплекс» (Москва) была представлена заливочная машина высокого давления, оснащенная самоочищающейся смесительной головкой, защищенной авторским свидетельством (рис. 15). Предназначенная для изготовления изделий из пенополиуретана (ППУ), она может быть встроена в технологическую линию и работать в автоматическом режиме. На протяжении 30 лет деятельности на рынках России и стран СНГ компанией было произведено и поставлено заказчикам более 1000 таких машин.

Заявленной целью компании «Техмаш» (Санкт-Петербург) является «производство оборудования европейского качества по приемлемым для России ценам» (рис. 16). Примером такого оборудования стала серия смесительно-дозировочных машин высокого



Рис. 16. Стенд ООО «Техмаш» на выставке «Полиуретанэкс-2022»



Рис. 17. Смесительно-дозировочная заливочная машина высокого давления базовой серии СЕДНА-В (источник: ООО «Техмаш»)

давления с самоочищающейся смесительной головкой, выпускаемых под брендом СЕДНА и предназначенных для производства различных изделий из жесткого и эластичного ППУ, а также работающих по технологии так называемого реакционно-инжекционного формования (технология RIM) (рис. 17). Диапазон производительности этих машин в зависимости от их типоразмера составляет от 10 до 500 л/мин при соотношении компонентов от 1:3 до 3:1. Примерами выпускаемой продукции служат:

- ППУ-изоляция для труб и холодильного оборудования
- сэндвич-панели;
- автомобильные сиденья, мягкая мебель, матрасы;
- всевозможные фасонные элементы и др.

На том же стенде можно было получить информацию и о продукции, производимой партнерами «Техмаш» из компании «Регент Балтика» (Санкт-Петербург). Речь идет о роботизированных установках высокого давления серии HiStream Spray для напыления ППУ (рис. 18), заливочных машинах серии HiStream Comprat и др. В ассортименте компании имеются также различные химические продукты: термопластичные ПУ, клеи, ПУ-композиции различного назначения, связующие для резиновой крошки, антиадгезионные смазки и др. Возвращаясь к оснащенной многоосевым роботом установке HiStream Spray, следует добавить, что в этом случае становится возможной полная автоматизация процесса напыления с минимальным расходом ППУ-



Рис. 18. Установка высокого давления серии HiStream Spray для напыления ППУ, оснащенная многоосевым роботом с распылительной головкой (источник рис. 18–19: ООО «Регент Балтика»)

композиции, которое может осуществляться как на негативную форму, так и на позитивную. Производительность напыления в зависимости от комплектации HiStream Spray может составлять от 10–30 до 100 г/с.

Одна из последних инновационных разработок компании – изотермическая сотовокомпозитная стеновая панель (запатентована в 2022 г.) с высокой несущей и теплоизолирующей способностью. Данные панели предназначены главным образом для применения в качестве стены в конструкциях систем хранения скоропортящихся грузов, в том числе промышленных холодильников, изотермических контейнеров и вагонов (рис. 19).



Рис. 19. Стеновая изотермическая сотовокомпозитная панель, основной теплоизоляционный материал которой изготовлен из ППУ

Свои разработки в области полиуретанового сырья и технологий его переработки представил также ряд отечественных и зарубежных экспонентов, включая впервые принявшую участие в выставке «Полиуретанэкс» иранскую нефтехимическую компанию Persian Gulf Petrochemical Industry Commercial Co.

Следует добавить, что буквально за день до открытия выставки «Полиуретанэкс-2022» – 28 марта – состоялась международная конференция «Полиуретаны-2022», не случайно приуроченная ее организаторами – консалтинговой компанией CREON Conferences – к профильному выставочному мероприятию. На этой конференции ее участники обсудили состояние, проблематику и перспективы российского полиуретанового рынка, отметив лишний раз его волатильность и сильную зависимость от поставок импортного сырья (более подробно – на с. 42–46 данного номера журнала. – Прим. ред.).

Очередные специализированные выставки «Композит-Экспо» и «Полиуретанэкс» пройдут с 28 по 30 марта 2023 г. в ЦВК «Экспоцентр». Более подробная информация – на сайтах www.composite-expo.ru и www.polyurethanex.ru.

Подготовил канд. техн. наук **В. Н. Мырзин** с использованием пресс-материалов ВК «Мир-Экспо» и ряда экспонентов

International Exhibitions Composite-Expo-2022 and Polyurethanex-2022

International specialized exhibitions Composite-Expo-2022 and Polyurethanex-2022 organized by Mir-Expo Co. took place simultaneously from March 29 to March 31, 2022 in Expocenter (Moscow). Brief information about the results of these exhibitions is presented. ■