

**ОКР «Композитный крепеж»**

*«Разработка технологии крепления элементов насыщения судового оборудования и систем к конструкциям из ПКМ с использованием термопластов и высокопрочных адгезиозных составов»*

*Головной исполнитель – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук*

**Основные полученные практические результаты.**

- Выполнены работы по разработке технологии изготовления крепежных изделий из полимерных композиционных материалов, обеспечивающей достижение максимальных физико-механических характеристик крепежных изделий. Для этого была проведена оптимизация параметров технологического процесса изготовления крепежных изделий методом литья под давлением для ПКМ на основе полиамида и высокотермостойких пластиков (ПЭЭК, полиэфиримид). Рассмотрено влияние давления впрыска (P), времени впрыска (t), дозы впрыска (V), температуры расплава и формы.
- Определены параметры переработки материалов, при которых удается достичь минимального количества дефектов в изделиях (по данным рентгенографического и радиологического исследований) и максимальных показателей прочности крепежных изделий.
- С учетом требований по оптимальным параметрам процесса изготовления крепежных изделий из ПКМ, разработана и изготовлена технологическая оснастка (пресс-форма) для изготовления крепежных элементов (болтов, шпилек, гаек, шайб) различного типоразмера из ПКМ.



Пресс-форма для изготовления крепежных изделий из высокотермостойких ПКМ методом литья под давлением (установлена сменная вставка для литья шпилек)

Разработанная оснастка позволяет изготавливать крепежные изделия из стекло- и угленасыщенных композитов на основе высокотермостойких полимеров с температурой расплава до 450 градусов. Сменные формообразующие вставки позволяют изготавливать крепежные изделия различных типоразмеров с использованием одной пресс-формы, что упрощает технологический процесс, снижает общую стоимость оснастки.

- Для опытных партий крепежных изделий проведены сертификационные испытания на базе ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Получено заключение по результатам сертификационных испытаний крепежа из ПКМ и разработаны рекомендации по его применению в судовых конструкциях. Результаты проведенных испытаний показали, что крепежные изделия, изготовленные из ПКМ на основе ПЭЭК могут быть использованы в узлах крепления элементов насыщения в судостроении.



Образцы крепежных изделий из ПКМ, полученные методом литья под давлением с использованием разработанной технологической оснастки.

- Разработаны клеевые составы для монтажа крепежа из ПКМ к композитным конструкциям. Испытания разработанных в рамках выполнения ОКР клеевых составов показали, что прочности клеевых соединений при использовании разработанных составов существенно превышают прочность соединений при использовании ряда промышленно доступных адгезивов.

### **Область применения.**

Результаты работы предполагается использовать при изготовлении и проектировании скоростных судов и корпусных конструкций из полимерных композиционных материалов. Крепеж из ПКМ может использоваться для всех проектируемых и строящихся скоростных судов, в том числе для пр. 23290 (катамаран) и его модификаций для черноморского пассажирского флота.

В качестве рекомендуемых узлов крепления, где могут использоваться крепежные изделия из ПКМ приведены: узел соединения элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, узел крепления электрооборудования к корпусным конструкциям из ПКМ, узел крепления фундаментных конструкций к корпусу из трехслойных панелей, узел крепления иллюминатора к корпусным конструкциям из ПКМ, узел крепления двери к корпусным конструкциям из трехслойных панелей.

### **Сведения о конкурентоспособности и возможности замещения импорта.**

Проведенная технико-экономическая оценка показала, что применение крепежных элементов из термопластичных композиционных материалов целесообразно относительно крепежа из маломагнитной стали ЮЗ. Затраты для заказчиков снижаются на 75 % в случае применения композитов на основе полиамида и на 60 % в случае применения композитов на основе ПЭЭК. При этом стоимость крепежа из ПКМ оказалась существенно меньшей по сравнению со стоимостью зарубежных аналогов.

Разработанные в рамках выполнения ОКР составы ПКМ для изготовления крепежных изделий и клеевой состав для монтажа крепежных изделий из ПКМ к композитным конструкциям основаны на отечественных компонентах, включая углеродное и базальтовое волокно отечественного производства. Также в качестве связующих для ПКМ использовались термопластичные полиэфиримиды, разработанные и синтезируемые в ИВС РАН.