

По данным испытаний были построены графики зависимости деформации образцов от нагрузки.

Анализируя полученные данные, при нагружении образцов было выявлено, что наибольшую нагрузку выдержали образцы, в составе которых есть эпоксидная смола. Образец из эпоксидной смолы выдерживает 109 МПа. Образец с «холодной сваркой» довольно хрупкий и выдерживает нагрузку не более 27 МПа. Образец из полиэфирной смолы не разрушился. Введение карбида кремния приводит к увеличению прочности. Увеличение зернистости при одинаковом соотношении компонентов приводит к уменьшению предела прочности в 1,3 раза, а увеличение в составе полиэфирной смолы уменьшает предел прочности в 2 раза.

Таким образом, при проведении предварительных испытаний было установлено, что введение полиэфирной смолы увеличивает эластичность, но уменьшает прочность эпоксидных композитов. Введение дисперсных наполнителей в эпоксидную смолу приводит к увеличению прочности, но повышению хрупкости материала. Однако тот факт, что эпоксидная смола модифицирована полиэфирной смолой, позволяет перейти от хрупкого разрушения материалов к упруго-пластичной деформации.

Л и т е р а т у р а

1. Нильсон, Л. Механические свойства полимеров и полимерных композиций / Л. Нильсон. – М. : Химия, 1978. – 378 с.
2. Михайлов, М. И. Оптимизация состава фрикционного покрытия твердосплавных пластин сборного инструмента / М. И. Михайлов, З. Я. Шабакаева // *Материалы, технологии, инструмент.* – 1996. – № 3. – С. 28–30.

УДК 546:54.057

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

С. Н. Бобрышева, И. Ю. Ухарцева

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Развитие современной техники требует новых конструкционных материалов, превосходящих по своим прочностным, упругим и другим свойствам традиционные. К числу наиболее интересных и перспективных относятся полимерные композиционные материалы (ПКМ), которые все чаще применяются в современном машиностроении, причем их используют в тех случаях, когда ни один другой материал не отвечает возрастающим требованиям новой техники. В настоящее время полимеры и материалы на их основе серьезно потеснили такие основные конструкционные материалы, как железобетон, металл, дерево. Возможности полимерных материалов чрезвычайно широки благодаря многообразию полимеров и наполнителей, неисчерпаемой варибельности составов композитов на их основе и методов их модификации.

Применение ПКМ в машиностроительном производстве является одним из наиболее перспективных путей повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Снижение металлоемкости изделий и, как следствие, массы машины оказывает существенное влияние не только на экономию материалов, но и на энергозатраты на этапе их эксплуатации.

В зависимости от поставленных задач можно подобрать ПКМ, отвечающие требованиям условий эксплуатации и обладающие, например, такими свойствами, как механическая прочность, относительно низкая удельная масса, пожаробезопасность, дешевизна, хорошая обрабатываемость, низкие затраты на утилизацию и т. д. [1].

Современные методы прочностных расчетов позволяют смоделировать и более точно определить нагрузки на проектируемую деталь, снизить трудоемкость процесса разработки изделий и повысить качество машиностроительной продукции в целом.

Небольшой спрос на композиты в машиностроении связан с непониманием или неспособностью потребителя оценить затраты на приобретение и эксплуатацию на весь жизненный цикл. Ведь как правило, прямые затраты (а они в случае изготовления, например, корпуса из композиционных материалов составят 10–15 %) оказываются выше по сравнению со стальными.

Дипломные работы выпускников кафедры «Материаловедение в машиностроении» показали, что применение ПКМ в области машиностроения позволяет решить ряд инженерных задач, направленных на снижение металлоемкости изделий и, как следствие, их массы, вибрации, шума, динамических нагрузок, рабочей температуры при повышении коррозионной стойкости и надежности изделия. Внедрение новых альтернативных материалов, оптимизация технологических процессов и конструктивных элементов возможны благодаря трехмерному моделированию и анализу, а также применению аддитивных технологий.

В работе представлен пример замены в исходной конструкции металлических элементов трапа на композиционные для кормоуборочного комбайна КЗС-10К (рис. 1). На рис. 1, *а* представлены основные элементы конструкции: лестница/трап, металлические ступеньки, блок установочного крепления, передающий вращательный момент для обеспечения поворота трапа. Проведена оптимизация конструкции и дальнейший прочностной расчет. Результатом исследования и расчета явилась разработка новой конструкции (рис. 1, *б*) лестницы и ступеньки трапа (рис. 1, *в*), оптимизированной также заменой материала с конструкционной стали 30 на композитный ABS-пластик, наполненный антипиренами [2].

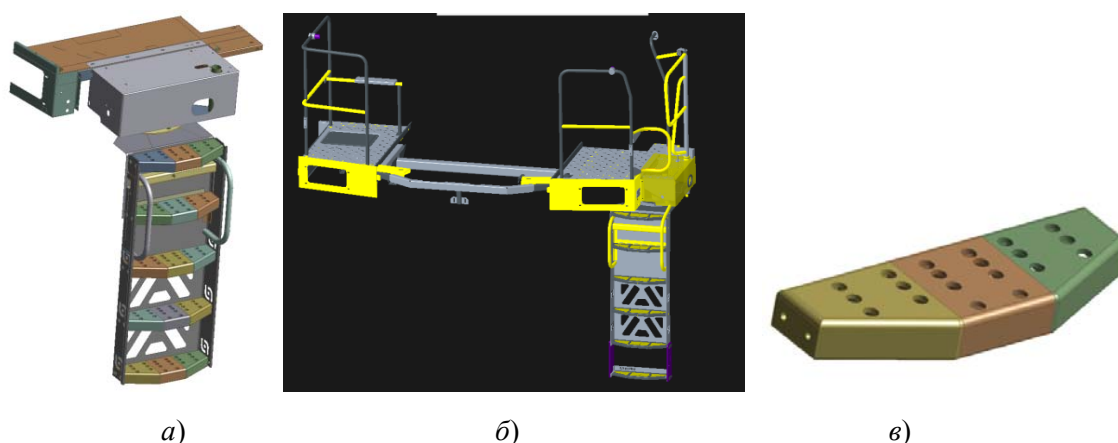


Рис. 1. Замена металлических элементов трапа на композиционные:
а – модель трапа, совмещенная с площадкой крепления;
б – конечная конструкция трапа; *в* – оптимизированная ступенька

Данная оптимизированная конструкция детали из пластика практически не уступает оригинальной металлической как в плане технологических, механических свойств, так и эксплуатационных нагрузок, поскольку:

– напряжения, возникающие в ходе приложения нагрузки в 200 кг на ступеньку, как металлическую, так и пластиковую, не превышают предела текучести заданного материала;

– деформации металлической ступеньки равны 8 мм в зоне приложения нагрузки, а пластиковой – 11 мм, что является отличным показателем для альтернативной конструкции, так как разница незначительна и составляет всего лишь 3 мм;

– оптимизированная конструкция ступеньки трапа получила возможность быстрого демонтажа и замены в случае поломки в связи с добавлением отверстий под болты, чего не скажешь о приваренной металлической ступеньке;

– толщины металлической и пластиковой конструкции трапа варьируются от 2 до 6 мм и являются практически идентичными;

– масса исходной конструкции ступеньки трапа составляет 1,9 кг металлической массы, в то время как масса альтернативной пластиковой – 1,3 кг.

Для получения результатов разрабатывалась CAD-модель технологического процесса 3D-печати, проводился расчет прочностных характеристик с использованием лицензионных программных пакетов Pro/ENGINEER, Ansys Workbench, программы Ultimaker Cura и стандартных методик, что обусловило достоверность полученных результатов.

Л и т е р а т у р а

1. Бондалетова, Л. И. Полимерные композиционные материалы : учеб. пособие / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. – Томск : Том. политехн. ун-т, 2013. – 118 с.
2. Бобрышева, С. Н. Способы снижения пожароопасности наиболее распространенных полимерных материалов / С. Н. Бобрышева // Современные проблемы машиноведения : сб. материалов XIV Междунар. науч. техн. конф., Гомель, 27–28 окт. 2022 г. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2023. – С. 35–38.

УДК 620.178

СТРУКТУРА, МИКРОТВЕРДОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДИФфуЗИОННО-УПРОЧНЕННЫХ СЛОЕВ КОРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ 40X13 И BOHLER M303 EXTRA

**И. Н. Степанкин¹, Е. П. Поздняков², А. В. Рабков²,
Д. В. Куис³, А. Б. Найзабеков⁴, С. Н. Лежнев⁴ б ь**

¹*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

²*Белорусский научно-исследовательский институт нефти*

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель

³*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск*

⁴*НАО «Рудненский индустриальный институт», Республика Казахстан*

При изготовлении различного рода деталей конструкционного назначения и инструментальной оснастки наряду с традиционно применяемыми сталями 40X, 35ХГСА могут быть использованы стали с особыми свойствами 40X13 и BOHLER M303 Extra. Их необходимость применения определяется в первую очередь заказчи-