

## **О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ-ПОЛУФАБРИКАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СРЕДСТВ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ**

### **ABOUT PROSPECTS OF USE OF COMPOSITE MATERIALS-SEMI-FINISHED PRODUCTS AT PRODUCTION OF MEANS OF CHEMICAL PROTECTION**

Р.Р. Аллямов, А.А.Максимов, С.А.Родионов  
R.R. Allyamov, A.A.Maksimov, S.A. Rodionov

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnical University  
E-mail: [harley-davison47@mail.ru](mailto:harley-davison47@mail.ru)

Статья посвящена композитным материалам, подвергаемым предварительной пропитке, для последующей переработки и использования при производстве средств химической защиты. Разобран один из способов сочетания высоких механических свойств и простоты использования. Изложена система сокращения длительности цикла формирования.

**Ключевые слова:** композитный материал, препрег, полуфабрикат, полиуретан, изоцианат, эпоксидные материалы.

**The article is devoted to composite materials subjected to pre-impregnation for further processing and use in the production of chemical protection. Disassembled one of the ways to combine high mechanical properties and ease of use. The system of reducing the duration of the formation cycle is described.**

**Keywords:** composite material, pre-preg, semifinished, polyurethane, isocyanate, epoxies.

Одним из значительных условий функционирования потенциально опасных химических объектов является химическая безопасность. При оперативном реагировании на аварии с опасными, вредными химическими веществами важно предотвратить распространение этих веществ, так как оно может не только нанести серьезный вред здоровью населения, но и привести к загрязнению окружающей среды.

Высокая устойчивость к воздействию большинства химически агрессивных реагентов композитных материалов-полуфабрикатов (препегов), на основе углеродного волокна, стала причиной их широкого использования в производстве средств защиты изолирующего типа.

К главным достоинствам технологии использования препегов, относят исключение вероятности смещения волокон, на стадии введения жидкого материала, что приводит к улучшению физико-механических защитных свойств композитного материала. К тому же, для индивидуальной обработки основы волокна требуется, как минимум, две фенолоформальдегидные или полиамидные матрицы[1]. При использовании препега, для производства средств защиты из композитного материала, достаточно единственного компонента.

Тем не менее, существенные недостатки технологии использования препегов, вынуждают тщательнейшим образом подходить к выбору производителя, во избежание осложнения процесса отверждения эпоксидных связующих. Так же большинство препегов требует низкой температуры хранения, что вызывает дополнительные трудности и задержки на стадии их формирования[2].

Разрешение данных проблем, может быть достигнуто, путем использования полиуретана на стадии заготовки. К достоинствам подобного решения, можно отнести тот факт, что физико-механические свойства полиуретанов, изменяются в очень широких пределах (таблица 1), что позволяет не только существенно сократить период отверждения, но и придать материалу более высокую прочность.

Характеристики используемых видов полиуретанов

Показатель	НИЦ ПУ-5	ТСКУ-ФЭ-4	Ур-70 В	СУРЭЛ-20Ф	Диафор-ТДИ	ТТ 129/194
Предел прочности при растяжении, кгс/см <sup>2</sup>	450	350	390	500	460	520
Относительное удлинение при разрыве, %	580	550	800	390	500	850
Сопротивление на разрыв, кгс/см	100	30	45	110	65	110
Условное напряжение при 100 % удлинении, кгс/см <sup>2</sup>	95	30	35	160	55	160
Относительное остаточное удлинение после разрыва, %	10	10	15	8	10	10
Температурный диапазон, °С	50	80	80	80	80	50

Достичь устойчивости при хранении препреговых систем возможно, путем введения в их состав изоцианатов, способных синтезироваться в полиуретаны, сочетаясь с многоатомными спиртами. Дело в том, что, при наличии определенных катализаторов, изоцианаты возможно преобразовать в уретдионы (рис 1), однако реакция полностью обратима[3], причем для возвращения изоцианатов в исходное состояние, достаточно разложения уретдионов под действием высоких температур.

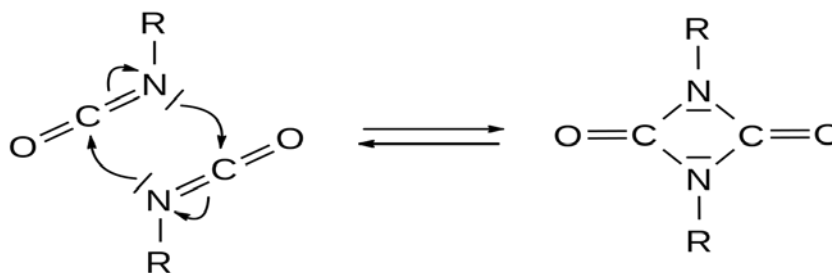


Рис. 1 Димеризация изоцианатов с образованием уретдионов

Таким образом, на этапе предварительной полимеризации свободные функциональные группы  $\text{—N=C=O}$  сразу вступают в реакцию. В то время как, оставшиеся изоцианатные группы в уретдионовых кольцах вступают в реакцию, только после разблокировки, т.е. после того, как будут подвергнуты действию высоких температур.

В результате будет получен препрег устойчивый для хранения, но в тоже время, быстро отвердевающий, если это необходимо. При этом фактором влияющим скорость отвердевания станет не сама реакция образования полиуретана, а конкретно факт раскрытия кольца, который можно будет регулировать, путем повышения температуры.

Длительность устойчивого хранения, будет так же регулироваться, поскольку напрямую зависит от количества катализатора[4].

Значительное количество возможностей в изготовлении защитных композитных материалов из полиуретановых препрегов, будет достигнуто благодаря обширности его свойств и зависимости от температурных условий. При ограниченном нагревании, система

длительное время может быть подвержена конструктивным изменениям, в условиях как ручного, так и автоматизированного производства. Таким образом данная система приведет не только к экономии времени в период формовки, но и снижению затрат на производство, за счет отсутствия необходимости в использовании связующих веществ.

В дополнение к технологическим свойствам, стоит обратить внимание на механические свойства полиуретанов. По качеству волокон композитные материалы на основе полиуретана могут конкурировать с высокотехнологичными эпоксидными материалами, что непременно найдет практическое применение при изготовлении средств защиты, самого высокого класса.

Анализ свойств полиуретановых препрегов позволил выявить перспективы их потенциального применения, в производстве товаров широкого потребления и узкоспециализированных областях производства. Установлено, что их применение крайне эффективно отразится в отрасли химической безопасности, конкретно при производстве средств химической защиты подвергаемых существенной механической нагрузке, и в дальнейшем, позволит существенно увеличить объемы автоматизации производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Веселовский Р.А. Полимерные композиционные материалы и технологии с их использованием при строительстве, эксплуатации и ремонте объектов гидротехники и мелиорации: Методические рекомендации. 1988.-16с.
2. Интернет ресурс <http://graphite-pro.ru/technology/BD> (доступ 18.07.2019).
3. Зворыгин А.Б. Влияние состава исходной и равновесной смеси на выход продуктов в обратимых реакциях Зворыгин А.Б., Зворыгина О.Б.: Сборник материалов 68-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ Уфа, 18-20 апреля 2017 г. С. 161.
4. Композитный мир 2016 №01./изд. ООО «Издательский дом «Мир Композитов»/(ISSN 2222-5439)