

## РАДИАЦИОННАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ В УГЛЕРОДОПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ ОБЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОНАМИ

Д.Б. Аймуратов, А.И. Купчишин, Жи Чен<sup>1</sup>

*Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

<sup>1</sup>*Шанхайский Государственный Университет, г. Шанхай, Китай*

Воздействие ионизирующего облучения на углеродонаполненные композитные материалы при определенных дозах и мощностях дозы приводит к увеличению их прочностных характеристик за счет дополнительной сшивки и появления в полимере поперечных связей.

Импульсное облучение производилось электронами с энергией 2 МэВ и экспериментально измерены механические прочности образцов на установке DXL-20000 в Шанхайском Университете.

Радиационную стойкость оценивали по изменению упругопрочностных свойств образцов после их облучения при фиксированной дозе 12 МГр и при мощностях дозы от 0 до 14 кГр/с. Использовали образцы размером 0,8\*5\*50 мм, которые испытывались на изгиб и на растяжение. В результате исследований было установлено, что при облучении углеродонаполненные композитные материалы упрочняются дополнительной сшивкой и появлением в полимере поперечных связей.

При рассмотрении графика механической прочности на изгибание рис. 12 и на растяжение рис.13. композитных материалов облученных дозой 12 МГр при различных мощностях дозы отчетливо выделяется пик в интервале мощности доз 8-10 кГр/с. Длина образца при рассмотрении механической прочности на изгиб составляла 4 см, а при растяжении 5 см. Относительный прирост приложенного давления при механической прочности на изгиб составляет на 35%, а при растяжении на 40%. В облученных материалах при мощности дозы выше 10 кГр/с наблюдается процесс деструкций, и это согласуется с количественными данными, полученными методом наименьшего квадрата с помощью математического пакета MathCAD.

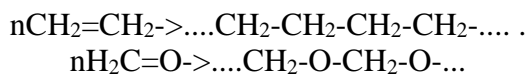
Изменение различных свойств углеродонаполненных композитных материалов при воздействии излучений определяется, прежде всего, содержанием в них смол, отвердителей, пластификаторов, наполнителей и т.д., а также чистотой компонентов, технологией отверждения и условиями облучения. Наиболее заметно под действием радиации, начиная с поглощенной дозы излучения 6 МГр-12 МГр, изменяется прочность при статическом изгибе. Но для ряда композитов облучения до поглощенных доз 1-10 МГр упрочняет материалы за счет радиационного доотверждения (процесса сшивки), аналогичного термообработке. У композитов на основе эпоксидных смол наблюдается увеличение теплостойкости под действием облучения. Диэлектрические показатели и электрическая прочность композитов после облучения ухудшаются, а удельное электрическое сопротивление, снижаясь в процессе облучения на 1-2 порядков.

Результаты исследований позволили установить порог радиационных повреждений, которые для углеродонаполненных композитных материалов с эпоксидным связующим находятся в пределах мощности дозы 10 кГр/с.

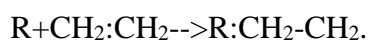
В реакциях полимеризаций сотни и тысячи молекул исходных веществ мономеров соединяются в громадные молекулы полимеров с большим молекулярным весом [1].

Молекулы мономеров обычно содержат ненасыщенную связь. Наиболее типичными из них являются такие вещества, как этилен  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  и его производные, где один или несколько атомов водорода заменены на группы  $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_5\text{H}_6$ ,  $\text{COOH}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{F}$  и др., т.е. молекулы типа  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$  и т.п.

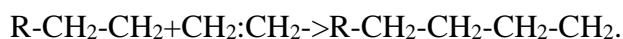
Многие мономеры содержат группу  $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$  или иные ненасыщенные связи. В молекулах полимера сотни и тысячи молекул мономера соединены уже простыми одинарными связями



Реакция полимеризации - это всегда цепная реакция. Для того чтобы она началась, нужно каким-нибудь способом (действием света, ионизирующих излучений, введением добавок термически нестойких соединений, таких как перекиси, или ионов металлов переменной валентности, например, кобальта) создать в мономере некоторое количество свободных радикалов или ионов - положительных или отрицательных. Неспаренный электрон свободного радикала разрывает одну пару электронов двойной связи и соединяется с одним из них



Продуктом этой реакции является тоже свободный радикал, который точно также ведет себя по отношению к соседней молекуле мономера



При каждом таком акте возникает свободный радикал, который все время увеличивается. Его рост продолжается до тех пор, пока он не встретится с каким-либо другим свободным радикалом и не прореагирует с ним. Кроме того, растущий радикал может погибнуть при встрече с молекулами некоторых примесей.

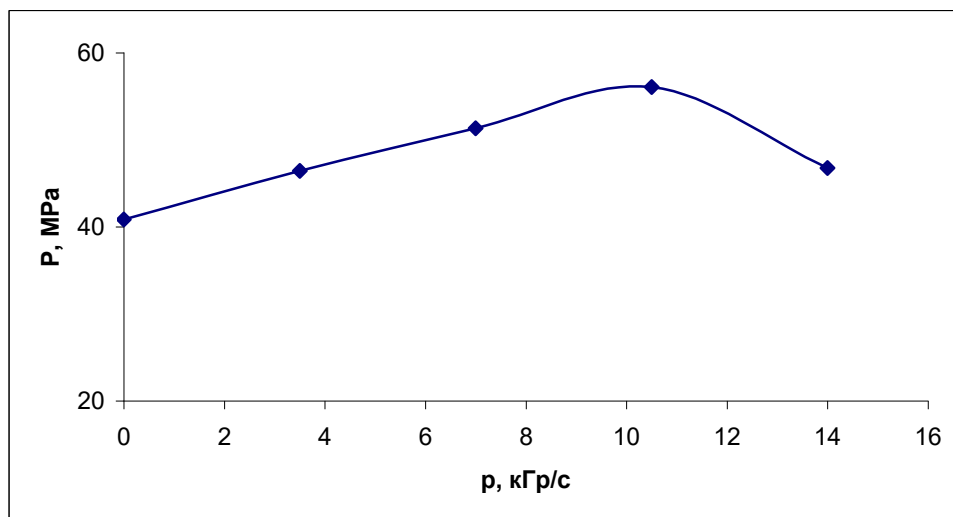


Рис. 1. Зависимость приложенной давлений на композитный материал от мощности дозы

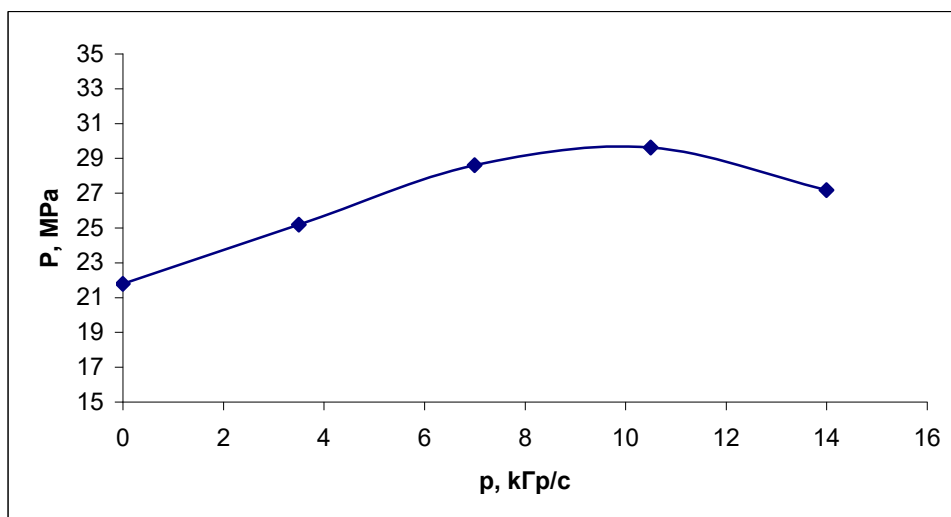


Рис. 2. Зависимость приложенной давлений на композитный материал от мощности дозы

Таким образом, радиационно-иницированные структурные изменения, наблюдаемые в углеродонаполненных полимерных композитах, приводят к упрочнению и данный структурирующийся композитный материал можно использовать в качестве материалов для брони.

#### Литература

1. Пикаев А.К. Современная радиационная химия: Твердое тело и полимеры: Прикладные аспекты. М.: Наука, 1987. 448 с.

### ЭЛЕКТРОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН КӨМІРТЕГІМЕН ТОЛТЫРЫЛҒАН КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДАҒЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ ПОЛИМЕРЛЕУ

Д.Б. Аймұратов, А.И. Купчишин, Жи Чен<sup>1</sup>

Белгілі-бір дозада және доза қуатында иондаушы сәулеленудің әсерімен көміртегімен толтырылған композиттік материалдардағы қосымша тігілу арқылы полимердің механикалық қасиеттерін жақсарту.

### RADIATION POLYMERIZATION IN CARBON COMPOSITE MATERIALS IRRADIATED BY ELECTRONS

D.B. Aimuratov, A.I. Kupchishin, Jie Chen

Influence of an ionizing irradiation on carbon composite materials at the certain dozes leads to their increase mechanical characteristics due to additional cross-linking and occurrences in polymer of cross-section bonds.