

## СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕПРЕГОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В СУДОСТРОЕНИИ

*Тригуб С.Н.*

*Херсонская государственная морская академия*

*В статье рассмотрены виды препрегов применяемых в судостроении, способы изготовления препрегов, проведен подбор эпоксидных композиций и химический анализ ингредиентов входящих в состав эпоксидных композиций, проведена оценка пожароопасности отвержденных эпоксидных композиций методом кислородного индекса.*

*Ключевые слова: препреги, эпоксидные композиции, стекловолокно, пожарная опасность, кислородный индекс.*

**Введение.** Препреги (сокращение от английского слова «preimpregnated», что означает предварительно пропитанный) – компаунды, состоящие, как правило, из эпоксидного связующего, наполненного волокнистым наполнителем.

Препреги одним из первых появились в судостроении (а чуть позднее – и у ракетчиков). В судостроении до сравнительно недавнего времени они применялись лишь при строительстве уникальных судов, наподобие кубковых яхт IACC и океанских гоночных яхт.

На сегодня применение препрегов в судостроении стало более разнообразным, поскольку в промышленности в зависимости от вида армирующего волокнистого материала стали изготавливать препреги на основе: тканей и бумаг, матов из рубленого волокна, а также ориентированных нитей, жгутов, лент [1].

Препреги-маты обычно применяют поверх заполнителя в слоистых панелях для повышения прочности сцепления и для упрочнения внешнего слоя; препреги из тканевой ровницы, как высокопрочные композиции, состоящие из равномерных тканевых переплетений и смолы в основном применяются для деталей судов, где требуются относительно высокие характеристики материала при высоком процентном содержании стекловолокна; препреги из стеклоткани с эпоксидной связкой, обладающие высокими характеристиками применяются, например, в гидролокационных куполах, внешним упрочняющим слоем или накладками на несформовавшихся участках; препреги с однонаправленными стеклянными волокнами, в которых слои состоят либо из отдельных нитях, либо ткани с однонаправленными нитями, используют для изготовления изделий с цилиндрическими поверхностями, например корабельных мачт, резервуаров или изделий со сферическими поверхностями [2].

Для изготовления препрегов широкое применение в качестве связующих нашли эпоксидные смолы, а в качестве наполнителей – стеклянные волокнистые наполнители.

Стекловолоконное волокно получило наибольшее распространение в производстве изделий из армированных пластиков прежде всего благодаря высоким механическим показателям, относительной простоте технологии его получения, а также наличию неисчерпаемых сырьевых ресурсов [3].

Стекло в толстом слое представляет собой хрупкий материал, но тонкие стеклянные изделия обладают повышенной гибкостью. Причина – аморфное строение стекла. Тонкие, диаметром 5-10 мкм, стеклянные волокна имеют настолько высокую гибкость, что могут обрабатываться по технологии текстильной промышленности. Такая высокая гибкость объясняется одинаковой взаимной ориентацией молекул стекла вдоль линии стекловолокна. Основным материалом, используемым для изготовления стекол, является оксид кремния  $SiO_2$ .

Существуют несколько методов промышленного изготовления эпоксидных стеклопластиковых препрегов. Рассмотрим несколько из них.

Метод формования включает приготовление связующего в емкости (смешение смолы с отвердителем и т.д). Для предотвращения быстрого отверждения перед применением в смолу можно вводить инициатор. Затем заготовку помещают в штамп и заливают жидким связующим. При закрывании формы связующее проникает например, в стекломат, вытесняя воздух, а избыток вытекает. При этом стекловолокно в основном ориентируется вдоль поверхности прессформы. Вариантом этой технологии является применение формы (или) полуформы, покрытой эластичным листом пленки, полученной из поливинилового спирта.

Для получения рулонного стеклопластика пропиточный состав готовят в ванне. Стеклоткань непрерывной лентой проходит через пропиточную ванну. Для обеспечения непрерывности такой ленты конец одного рулона ткани соединяют внахлест с началом следующего рулона полиамидной пленкой, закладываемой между двумя слоями ткани и прогреваемой в течении 30-60 с до 200-220 °С. Излишки пропиточного состава удаляют с ткани при помощи отжимных валиков с регулируемым зазором. Сушат материал в сушильной камере при температуре 80-130 °С. Готовый рулонный стеклопластик наматывается на гильзы диаметром 100 мм.

Анализ существующих способов изготовления препрегов указывает на то, что благодаря сочетанию высокой степени механизации, технологичности, возможности получения максимальных деформативно-прочностных показателей материала – регулируемого, направленного характера, получения препрега, обладающего меньшей пористостью, меньшим разбросом свойств используют метод «мокрой» намотки, т.е. получение препрегов намоткой стекловолокна на цилиндрическую оправку. Метод «мокрой» намотки описан в работах [4-7].

В состав технологического комплекса входят комплекс отжигающего и пропиточного устройства и намоточное оборудование.

Для упрочнения стеклопластиковых препрегов применяют ровинг (стек-ложгут из стеклянных комплексных нитей), который с технологической целью выпускается промышленностью на парафиновом замасливателе и в состоянии поставки содержит влагу.

Присутствие обоих указанных факторов в ровинге приводит к резкому снижению физико-механических характеристик полученного стеклопластика и повышает его горючесть, с одной стороны, из-за существенного ухудшения адгезии ровинга с полимерной матрицей, в результате чего происходит отслаивание связующего от ровинга и, как следствие, увеличение поверхности контакта с кислородом воздуха [8], с другой стороны, из-за того, что парафин – горючее вещество [9]. Поэтому парафиновый замасливатель и влагу из ровинга следует удалять.

Для этого создан комплекс отжигающего и пропиточного устройства входящей в состав намоточной установки.

Комплексное устройство позволяет устранять оба нежелательных элемента (замасливатель и влагу), а также повысить качество пропитки, так как в этом случае ровинг поступает в пропиточную ванну подогретым, что способствует равномерному перераспределению связующего на стеклонитях ровинга.

Выбор оборудования зависит от технологии намотки, степени автоматизации управления технологическим и производственным процессами, свойствами эпоксидных стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий.

На рис. 1 представлена схема изготовленной установки для формования эпоксидных стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий.

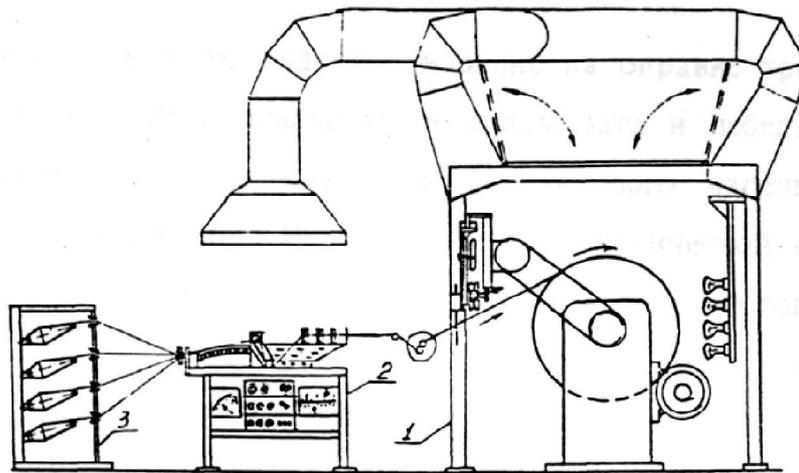


Рисунок 1 – Схема универсальной намоточной установки: 1 – намоточная машина; 2 – отжигающее и пропиточное устройство; 3 – шпулярник

Установка включает намоточную машину 1 с формующей головкой, устройством раскладки с электромеханическим приводом, системой инфракрасных термоизлучателей и приточно-вытяжной вентиляцией, отжигающее и пропиточное устройство 2, шпулярник 3.

При выходе из ванны удаляется излишек связующего со стеклонитей и они поступают в намоточную машину, где наматываются на металлическую вращающуюся оправку, предварительно покрытую антиадгезионной пленкой.

Равномерное распределение и укладка стеклонитей по длине оправки производится с помощью механизма раскладки в строгом расчетном порядке. Устройство раскладки стеклонити является наиболее сложным агрегатом всей установки. Основной частью устройства является формирующая головка, создающая структуру армирования.

В процессе формования эпоксидных стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий на оправке производится их обогрев ламповыми панелями инфракрасного излучения.

Отвержденное и охлажденное изделие на оправке транспортируется к съёмнику, где с помощью гидродомкрата и лебедки производится извлечение оправки из стеклопластикового изделия. Готовое изделие подвергается, при необходимости, механической обработке и техническому контролю, а затем поступает на склад готовой продукции.

Физико-механические, пожароопасные и многие специальные свойства эпоксидных стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий определяются характером распределения армирующего материала (видом намотки), что обеспечивается непосредственно на стадии формования.

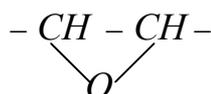
При формовании эпоксидных стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий методом намотки наибольшее распространение получили шесть основных видов намотки, которые реализуются на вышерассмотренной установке, каждая из которых дает свою структуру расположения стеклянных нитей. К таким структурам армирования относятся: а) строчное (рядовое) армирование (СА), б) продольно-поперечное армирование (ППА), в) косое-перекрестное армирование (КПА), г) нетканой лентой армирование (НЛА), д) косое-перекрестное нетканой лентой армирование (КПНЛА), е) комбинированная структура, состоящая из НЛА и СА армирования, т.е. армирование нетканой лентой, усиленное строчными нитями.

Рассмотрев различные виды препрегов и способы их изготовления важным является провести подбор эпоксидных композиций и на их основе получить стеклопластиковые препреги и различные стеклопластиковые изделия, которые обладали бы требованиями для разнообразного их применения в судостроении.

**Целью данной работы** является проведение анализа химических ингредиентов, которые могут входить в состав композиций из которых изготовлены препреги, по результатам анализа получить жидкие эпоксидные композиции, после отверждения оценить полученные образцы на пожарную опасность и при необходимости применить метод лучевой модификации для снижения их пожарной опасности.

**Изложение основного материала.** В основу связующего для изготовления препрегов входят: эпоксидная смола, отвердитель, пластификатор.

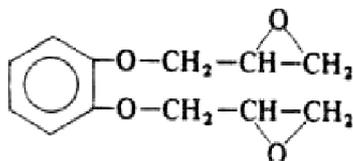
Эпоксидные смолы – это реакционноспособные олигомерные или полимерные соединения, содержащие в молекуле эпоксидные группы.



В зависимости от исходных материалов, способа получения, условий проведения процесса и соотношения реагирующих веществ можно получать эпоксидные смолы различного состава, с разной молекулярной массой и содержанием эпоксидного кислорода.

Выпускают разные виды эпоксидных смол [10]. Наибольшее распространение из эпоксидных смол получили эпоксидиановые смолы (в частности, ЭД-20). Эпоксидная смола ЭД-20 [11] представляет собой жидкий, сильновязкий реакционноспособный олигомерный продукт на основе диглицидилового эфира дифенилолпропана, применяется как связующее для стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий. Температура стеклования диановой смолы – 453 К.

Также в качестве связующего для изготовления стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий используется особая группа низковязких эпоксидных смол марки УП-637 (ТУ 6-05-241-194–79) – продукт этирификации резорцина эпихлоргидрином в щелочной среде, т.е. эпоксидная смола марки УП-637 представляет собой диглицидиловый эфир резорцина (ДГЭР):



В отличие от низкомолекулярных диановых смол, эпоксирезорциновые аналоги характеризуются повышенным содержанием хлорорганических примесей. ДГЭР желтая жидкость не растворима в воде, растворима в спирте, эфире, бензоле, хлороформе, ацетоне. Пожароопасные свойства: Горючая жидкость. Температура воспламенения 196 °С; температура самовоспламенения 440 °С; температурные пределы распространения пламени: нижнее 196 °С, верхнее 270 °С. По комплексу прочностных показателей отвержденные композиции на основе резорциносодержащих эпоксидных смол обладают существенными преимуществами в сравнении с композициями на основе стандартных эпоксиднодиановых аналогов. Другим важным преимуществом резорциносодержащих эпоксидных полимеров является их высокая теплостойкость. Температура стеклования ДГЭР – 423 К. Кроме того, эпоксидные смолы на основе резорцина являются более реакционно-способными по отношению к большинству отвердителей, чем традиционные эпоксиднодиановые смолы. Следует отметить некоторые недостатки резорциносодержащих эпоксидных смол, поскольку дифенилолпропан менее токсичен, чем резорцин. Отвержденные стеклопластиковые препреги и различные стеклопластиковых изделия на основе глицидиловых эфиров резорцина обладают меньшей эластичностью, чем эпоксиднодиановые аналоги [12].

Эпоксидные диановые смолы, эпоксидные смолы на основе резорцина и его производных представляют строительную ценность лишь после перехода в неплавкое и нерастворимое состояние, что обеспечивается превращением линейных молекул в пространственные (сетчатые). Этот процесс превращения жидкой смолы в твердую принято называть отверждением, а вещества, способствующие такому переходу, отвердителями.

Тип отвердителя и его количество существенно влияют на физико-механические и химические свойства эпоксидных смол. Применяя тот или иной тип отвердителя, можно варьировать свойства эпоксидиановых смол, изменять режим их отверждения. Недостаточное количество отвердителя, так же, как и его избыток может сильно повлиять на свойства отвержденной эпоксидной смолы. При избытке отвердителя часть его может улетучиться в процессе отверждения, что приведет к получению материала с рыхлой структурой. При недостаточном количестве отвердителя получают смолу с малой степенью отверждения, способную размягчаться при нагревании и растворяться в органических растворителях [13].

В качестве отвердителей эпоксидиановых смол применяются амины, амиды, кислоты, ангидриды и т.п.

Увеличить жизнеспособность связующих возможно применением полиаминов, причем при использовании полиаминов наблюдается более полное отверждение, чем при применении моноаминов. К полиаминам, в частности, относится триэтаноламин (ТЭА) стандарта ТУ 6-02-916-74 – горячего отверждения.

Также в качестве отвердителя эпоксидных смол горячего отверждения используется м-фенилендиамин или мета-фенилендиамин (МФДА) [14]. МФДА представляет собой твердое вещество с температурой плавления 63-64 °С.

Для холодного отверждения эпоксидных смол широко используется полиэтиленполиамин (ПЭПА) стандарта ТУ 2413-357-00203447-99. ПЭПА – жидкость от светложёлтого до тёмнокоричневого цвета с сильным запахом нашатыря. Применяется при температуре окружающей среды не ниже 20 °С, гигроскопичен. При более низких температурах резко снижается скорость отверждения, при попадании влаги в отвердитель процесс полимеризации смолы может не начаться совсем. Невысокие механические характеристики отверждённой смолы. Смешиваются со смолой в соотношении смола:отвердитель как 10(8):1. Время желатинизации смолы – 1,5 часа.

Для снижения вязкости и улучшения пропитывающей способности эпоксидного связующего при изготовлении изделий, а также устранения хрупкости композиции в отвержденном состоянии широко применяются пассивные (неорганические) добавки, т.е. нереакционноспособные химические разбавители, к ним относится дибутилфталат (ДБФ) [15], являющийся одновременно пластификатором, например, эпоксидиановой смолы, т.к. снижает ее температуру стеклования [15, 16].

Оптимальное содержание отвердителя и пластификатора в связующем, как правило, определяется на основании рекомендаций по рациональному составу связующих, однако, оно может корректироваться с учетом формы и размеров изделий, соотношения наполнителя и связующего в армированной композиции.

Отметим, что к смолам иногда добавляют ингибиторы горения для придания им желаемой огнестойкости. Эти вещества могут удерживаться смолой либо за счет физико-химических взаимодействий, либо в результате химических реакций. Большинство органических эфиров фосфорной кислоты и галогенированных углеводородов (например, галогенированные парафины), а также трехокись сурьмы  $Sb_2O_3$  соединяются со смолой за счет физико-химических сил. Введение ингибиторов горения влияет на цвет, предел прочности и параметры формования смолы.

Проведя анализ вышеуказанных эпоксидных смол, отвердителей, пластификатора можно составить жидкие эпоксидные композиции, которые могут быть использованы для получения эпоксидных препрегов и изделий.

Такими эпоксидными композициями являются: ЭД–20 (эпоксидиановая смола) – 100, ТЭА (триэтанолламин) – 15, ДБФ (дибутилфталат) – 10 (горячего отверждения); состав эпоксидной смолы ДГЭР (дициглицидиловый эфир резорцина) 100 + МФДА (метафенилендиамин) – 15 (горячего отверждения); ЭД–20 (эпоксидиановая смола) + ПЭПА (полиэтиленполиамин) (8:1) (холодного отверждения); ДГЭР (дициглицидиловый эфир резорцина) + ПЭПА (полиэтиленполиамин) (8:1) (холодного отверждения).

**Оценка пожароопасности эпоксидных композиций.** Существенным фактором, сдерживающим внедрение разнообразных эпоксидных препрегов, является их пожарная опасность, обусловленная горючестью и сопутствующими процессами.

Горючесть – это комплексная характеристика материала – определяет способность материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения. Она характеризуется следующими величинами – температурой воспламенения или самовоспламенения, скоростью выгорания и распространение пламени по поверхности, а также условий, при которых возможен процесс горения (состав атмосферы, кислородный индекс, температурный индекс).

Горючесть обусловлена высоким содержанием углерода и водорода, из которого состоят макромолекулы полимеров. При нагревании макромолекулы легко распадаются на низкомолекулярные насыщенные и не насыщенные углеводороды, которые подвергаются экзотермическим реакциям окисления.

Воспламеняемость – это пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления.

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс (схема 1), включающий химические реакции при деструкции полимера, а также химические реакции превращения и окисления газовых продуктов, с интенсивным выделением тепла и уносом массы вещества. В результате химических реакций образуется два вида продукта горения – газы горючие и негорючие и зола (углеродосодержащая или минеральная).

Пожарная опасность эпоксидных стеклопластиковых препрегов и различных стеклопластиковых изделий определяется, преимущественно, типом связующего – эпоксидной композицией.

Для оценки пожароопасности эпоксидных композиций применим один из элементов оценки пожароопасности пластмасс – метод кислородного индекса [17, 18].

Кислородный индекс (КИ) – минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором возможно свечеобразное горение материала в условиях специальных испытаний, т.е. кислородный индекс, показывает процентное содержание кислорода, необходимое для поддержания горения материала.

Сущность метода определения кислородного индекса заключается в нахождении минимальной концентрации кислорода в потоке кислородно-азотной смеси, при которой наблюдается самостоятельное горение вертикально расположенного образца, зажигаемого сверху.

Для определения кислородных индексов эпоксидных композиций были получены четыре вида образцов толщиной 10 мм.

Образцы получали следующим образом: в пластине из тефлона вырезали с помощью фрезы определенную матрицу, в которую заливали искомую композицию, и проводили отверждение композиций по заранее выбранному режиму и условию.

Результаты полученных кислородных индексов приведены на диаграмме 1 для четырех образцов (эпоксидных композиций).

### Кислородный индекс до термообработки

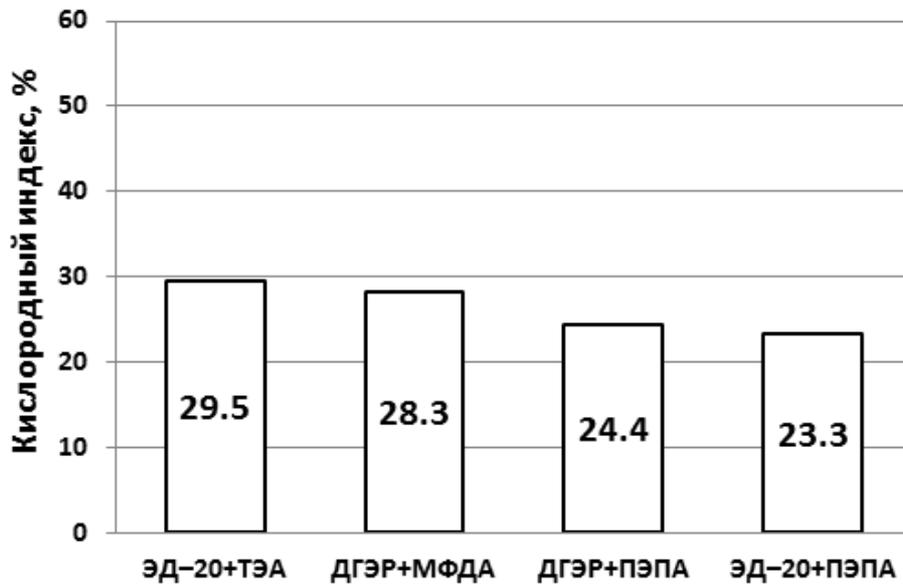


Диаграмма 1 – Результаты полученных кислородных индексов

Полученные значения кислородного индекса для четырех отвержденных эпоксидных композиций показали, что все композиции относятся к группе горючих.

**Снижение пожарной опасности** исследуемых отвержденных эпоксидных композиций.

Ужесточение требований безопасности во многих сферах нашей жизни диктует необходимость использования негорючих или, по крайней мере, трудногорючих материалов, т.е. таких, которые с трудом воспламеняются и не поддерживают горение самостоятельно, а также не распространяют пламя за счет разбрызгивания, скалывания и т.п. Особенно важны такие материалы для судостроения, самолетостроения и т.д. Отметим, что природа большинства полимерных материалов такова, что их невозможно сделать полностью пожаробезопасными. Единственное, что можно сделать – это снизить их способность к возгоранию и поддержанию горения. Для этой цели применяются различные методы затрудняющие воспламенение материала.

К числу этих методов можно отнести разработанный нами метод поверхностной лучевой модификации полимерного материала.

Сущность метода заключается в облучении поверхности полимерного материала комбинированным или совместным термическим и лазерным облучением.

В качестве термической обработки отвержденных эпоксиаминных композиций в виде пластин использовался тепловой источник света создающий радиационный П-образный поток с определенной регулируемой плотностью мощности на поверхности материала. В качестве источника лучистого излучения использовался лазер на углекислом газе типа ИЛГН-709 непрерывного режима работы в инфракрасной части спектра, выходной мощностью излучения до 100 Вт с ослабителем мощности, измерителем средней мощности излучения.

Лазерное облучение полимерного материала проводилось на обновленной экспериментальной установке в лаборатории Херсонской государственной морской академии. В предварительных экспериментах была определена пороговая плотность мощности, соответствующая началу разложения и газификации материала. Далее облучение проводилось при изменявшихся плотностях мощности воздействующего потока ( $20 \div 40 \text{ Вт/см}^2$ ) и времени экспозиции ( $30 \div 80 \text{ с}$ ).

После проведения совместной от лампы накаливания и лазера термообработки четырех образцов выше упомянутых эпоксидных композиций для них определялся кислородный индекс.

На диаграмме 2 приведены значения кислородного индекса исследованных образцов после термообработки

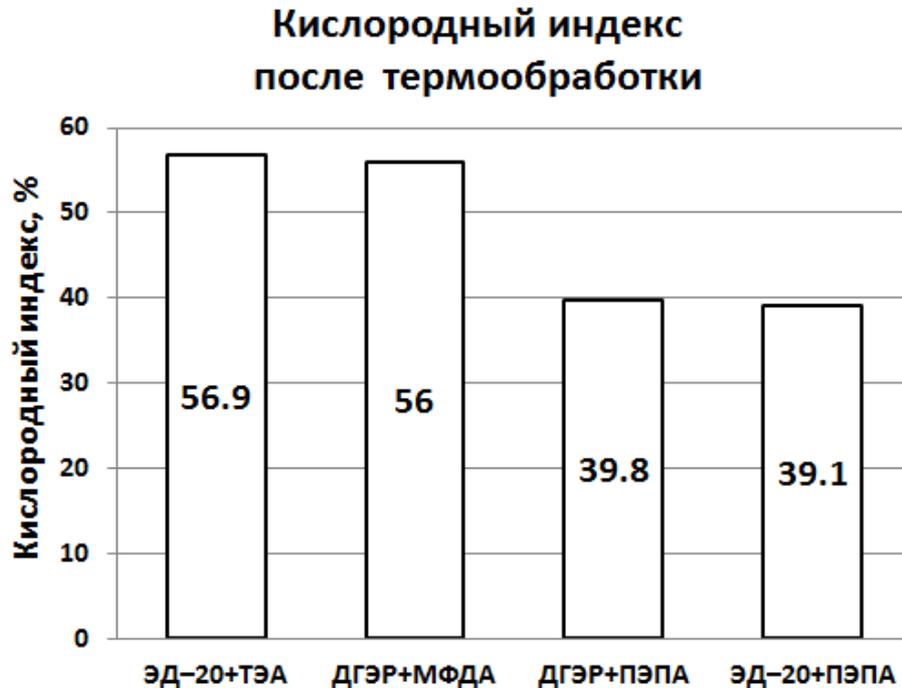


Диаграмма 2 – Кислородный индекс исследованных образцов после термообработки

Из полученных диаграмм 1, 2 видно, что в большинстве случаев термообработка образцов приводила, приблизительно, к двукратному повышению кислородного индекса, что свидетельствует о высокой эффективности лучевой модификации поверхности эпоксидного материала.

**Выводы.** Все исследуемые эпоксидные композиции по оценке пожароопасности методом кислородного индекса относятся к группе горючих. После проведения совместной от лампы накаливания и лазера термообработки четырех образцов выше упомянутых эпоксидных композиций для них аналогично определялся кислородный индекс. Высокие кислородные индексы после термообработки свидетельствуют о пониженной горючести материалов. Очевидно, что при термической обработке поверхности полимерного материала в их поверхностном слое происходит образование сшитых структур, снижающих скорость образования летучих продуктов газификации материала под действием лучистого потока, что приводит к повышению теплостойкости и изменению пределов горения материала.

**Рекомендации.** Исследуемые эпоксидные композиции можно применять для изготовления препрегов в зависимости от условий их применения. Применение метода может расширяться на другие полимерные материалы для снижения пожарной опасности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по композиционным материалам / Под ред. Дж. Любина ; Пер. с англ. – М. : Машиностроение, 1988. – Т. 1. – 447 с.
2. Б. Нотон. Применение композиционных материалов в технике. Т. 3. – М. : Машиностроение, 1978. – С. 236-255.
3. Стекланные волокна / Под ред. М. С. Аслановой. –М. : Химия, 1979. – 256 с.

4. Шагин А. Л. Бетонные и железобетонные конструкции с внешним стеклопластиковым армированием : Дис. ... д-ра техн. наук / А. Л. Шагин – Харьков, 1981. – 380 с.
5. Росато Д. В. Намотка стеклонитью / Д. В. Росато, К. С. Грове. – М. : Машиностроение, 1969. – 310 с.
6. Калинин В. А. Намотанные стеклопластики / В. А. Калинин, М. С. Макаров. – М. : Химия, 1986. – 268 с.
7. Способы намотки изделий из стеклопластика и машины, предназначенные для их осуществления // Schwarzw Kuntstoff Rundschau. – 1974. – Bd. 54, № 10. – P. 535.
8. Abbot C. Effect of GRP Variables on Burning Praperties. British Plastics. – 1970. – V. 43. № 7. – P. 95.
9. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности : Справочник / Под ред. И. В. Рябова. –М. : Химия, 1970. – 335 с.
10. Эпоксидные смолы и материалы на их основе. –Черкасы, 1981. – 51 с.
11. ГОСТ 10587-84. Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия.
12. Пустовойтов В. П. Стеклопластики в строительстве / В. П. Пустовойтов, С. Л. Килимов, В. С. Черномаз. – М. : Стройиздат, 1978. – 212 с.
13. ГОСТ 5826-51. Отвердители. Метафенилендиамин. Технические условия.
14. ГОСТ 8728-88. Пластификаторы. Технические условия.
15. Связующие для стеклопластиков / Под ред. Н. В. Королькова. – М. : Химия, 1976. –158 с.
16. ГОСТ 21793–76. Пластмассы. Метод определения кислородного индекса. – Введ. 01.01.77. –М. : Изд-во стандартов, 1976. – 6 с.
17. ГОСТ 12.1.044–89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. Введ. 01.01.91. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 143 с.

**Тригуб С.Н.** ЗНИЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИЦІЙ ПРИДАТНИХ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРЕПРЕГІВ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У СУДНОБУДУВАННІ

*У статті розглянуто види препрегів, які застосовуються у суднобудуванні, способи виготовлення препрегів; проведено добір епоксидних композицій і хімічний аналіз інгредієнтів, що входять до складу епоксидних композицій; проведено оцінку пожежної небезпеки отверділих епоксидних композицій методом кисневого індексу.*

*Ключові слова:* препреги, епоксидні композиції, скловолокно, пожежна небезпека, кисневий індекс.

**Trigub S.N.** DECREASE IN FIRE DANGER OF EPOXY COMPOSITIONS SUITABLE FOR MANUFACTURING OF PREPREGS APPLIED IN SHIPBUILDING

*The article considers the types used in shipbuilding, the ways of prepregs compound. The selection of epoxy compositions and the chemical analysis of the ingredients that are components of epoxy compositions was carried out. A fire danger assessment of solidified epoxy compositions was realized by oxygen index method.*

*Keywords:* prepregs, epoxy compositions, fiber glass, fire danger, an oxygen index.