

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА И ВИДА НАПОЛНИТЕЛЕЙ
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СВМПЭ**

Р.Э.ВИЦКЕ, А.А. КОНДРАТЮК

Томский политехнический университет

E-mail: conoros2005@mail.ru

**INVESTIGATION OF INFLUENCE QUANTITY AND TYPE OF FILLER ON
MECHANICAL CHARACTERISTICS OF POLYMER COMPOSITES BASED ON
UHMWPE**

R.E. VITSKE, A.A. KONDRATYUK

Tomsk Polytechnic University

E-mail: conoros2005@mail.ru

Annotation. Composite materials based on a UHMWPE polymer with different reinforcement (organic, inorganic and fibrous materials) were manufactured. The results of experimental studies of the effect of filler type and its percentage on strength, hardness and wear resistance are presented. The numerical values of strength, hardness and wear resistance of composites were obtained.

Введение. Развитие науки и техники, появление новых технологий и потребностей общества обуславливают повышение таких показателей качества конструкционных материалов, как жесткость, прочность, износостойкость, теплостойкость, коррозионная и радиационная стойкость, снижение веса и технологичность. Проектирование изделий на основе современных композиционных материалов, в том числе на полимерной основе, является одним из важнейших условий улучшения эксплуатационных и экономических показателей изделий и машин.

В настоящее время разработаны такие полимерные композиционные материалы (ПКМ), которые по своим физико-механическим характеристикам не уступают алюминиевым и титановым сплавам, а их применение позволяет снизить вес изделия, что является актуальным в аэрокосмической отрасли, судостроении, машиностроении, горно-добывающем и нефтегазовом комплексе.

Наибольшее применение получила группа полиэтиленов. Полиэтилен производят полимеризацией этилена либо при высоком давлении (100÷400 МПа) и температуре 200÷300 °С (плотность составляет 916÷935 кг/м³, молекулярная масса 8·10⁴ ÷ 5·10⁵) – полиэтилен высокого давления (ПЭВД); либо при низком давлении (0,2÷6 МПа) и температуре до 200 °С (плотность составляет 917÷970 кг/м³, молекулярная масса 3·10⁴ ÷ 7·10⁵) полиэтилен низкого давления (ПЭНД).

Наиболее перспективной матрицей может служить сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) – полиэтилен с молекулярной массой более 1·10⁶ углеродных единиц. Высокая молекулярная масса этого полимера определяет его уникальные физико-механические свойства, резко отличающие его от других марок полиэтилена.

СВМПЭ обладает высокой устойчивостью к коррозионно-активным химическим соединениям, имеется низкое влагопоглощение и морозостойкость (диапазон рабочих температур от -200 °С и до +120 °С). Следует отметить его устойчивость к воздействию радиации и вакуума, а также износостойкость, низкий коэффициент трения и не токсичность. Однако, из-за довольно большого молекулярного веса, вязкость расплава данного полимера – высока, это привело к невозможности ис-

пользования при его переработке ряда некоторых распространённых таких технологических методов как литье под давлением и шнековое экструдирование. Поэтому наиболее приемлемым, при промышленном производстве изделий из СВМПЭ, принято считать горячее компрессионное прессование (Г.П.). [2]

Рассмотрим более подробно, используемые авторами, наполнители. Наиболее дешевым из дисперсных органических наполнителей является древесная мука, представляющая собой тонкоизмельченную и высушенную древесину волокнистой структуры. К сравнительно не дорогим и доступным можно отнести и стекловолокна – у нас они представлены в виде искусственного базальта полученного при использовании плазмотронной технологии. Применены так же наполнители в виде мелкодисперсного порошка VN и среднedisперсного порошка Cu. В качестве армирующего элемента использована стальная сетка с различными параметрами ячейки.

На рисунке 1 представлена принципиальная зависимость прочностей ПКМ от типа и содержания наполнителей. Так как на прочностные характеристики ПКМ влияет исходная дисперсность материала матрицы (в данном случае СВМПЭ производства ООО «ГНХК» г. Томск). [1]

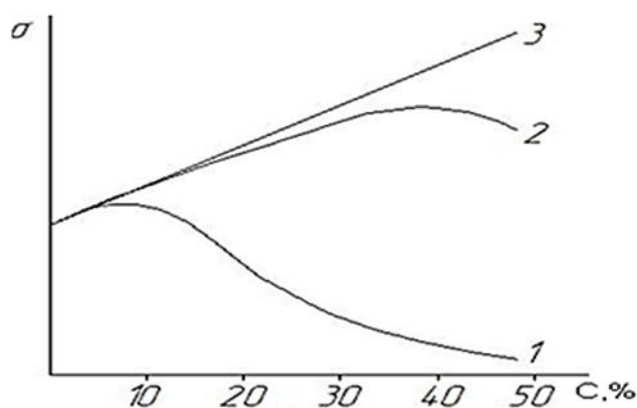


Рисунок 1 - Принципиальная зависимость прочности (σ) полимерного материала от содержания (C,%) наполнителя: 1 - дисперсного; 2 - волокнистого рубленого; 3 - армирующего (непрерывное волокно, тканый наполнитель).

Твердость по Бринеллю. Измерения твердости производились на портативном переносном твердомере ТКМ-359, исследовалась поверхность модельных заготовок, контактирующая с пуансонами пресс-формы. Результаты представлены на рисунке 2. Рассматривая изменения значений твердости по типу вводимых наполнителей, очевидно, что введение среднedisперсной меди во всех случаях приводит к увеличению твердости образцов по сравнению с чистым СВМПЭ. Введение мелкодисперсного порошка VN привело к снижению твердости ПКМ по сравнению с немодифицированным СВМПЭ. Применение в качестве наполнителя базальта и древесной муки понижают твердость полученных ПКМ по сравнению с чистым СВМПЭ, однако она выше, чем у образцов, имеющих в качестве наполнителя VN.

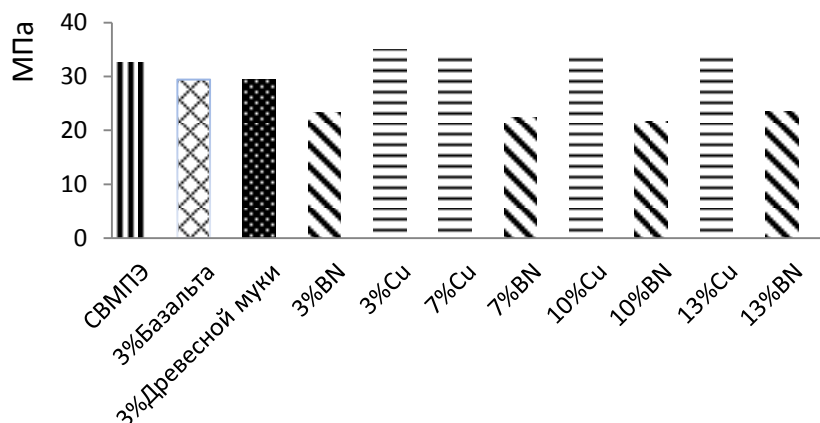


Рисунок 2 – Твердость по Бринеллю

Прочность на растяжение. Исследование механической характеристики образцов изготовленных по ГОСТ 11262-80 было проведено на машине Instron 5582. Графическая интерпретация поведения образцов, вплоть до их разрушения, приведена на рисунке 3. Скорость нагружения составляла 2 мм/мин.[3]

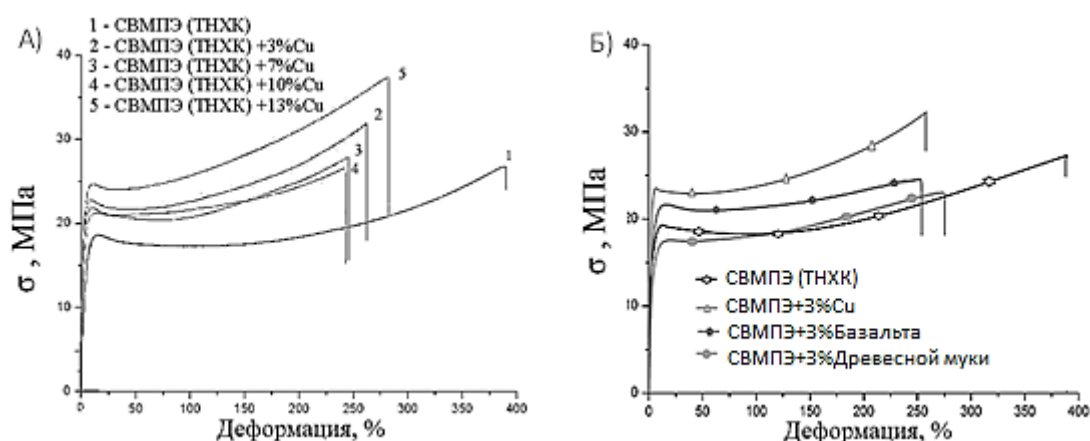


Рисунок 3 - Зависимости напряжения разрушения от деформации для образцов с различными: А) процентным содержанием меди, Б) видом наполнителя

По результатам анализа прочностных характеристик ПКМ, можно сделать вывод о том, что с возрастанием количества вводимого наполнителя увеличивается значения прочности, при одновременном снижении деформации разрушения по сравнению с эталонным образцов СВМПЭ изготовленным без введения наполнителей.

Сравнивая аналогичные кривые полученные при исследовании ПКМ содержащих по 3% наполнителей различного типа, делаем вывод о том, что чем прочнее наполнитель, тем механические свойства композита выше (древесная мука – пластична, базальт – хрупок).

В ходе испытаний на растяжение образцов армированных стальной сеткой, было установлено два пиковых значения прочности. Первое значение принадлежало стальным проволокам армирующей сетки, второе значение самой полимерной матрице, хотелось бы отметить, что после разрушения армирующей составляющей об-

разец продолжал нести нагрузку еще некоторое время, после чего разрушался. Данный эффект может быть использован в ответственных узлах различных агрегатов. Графическая зависимость представлена на рисунке 4.

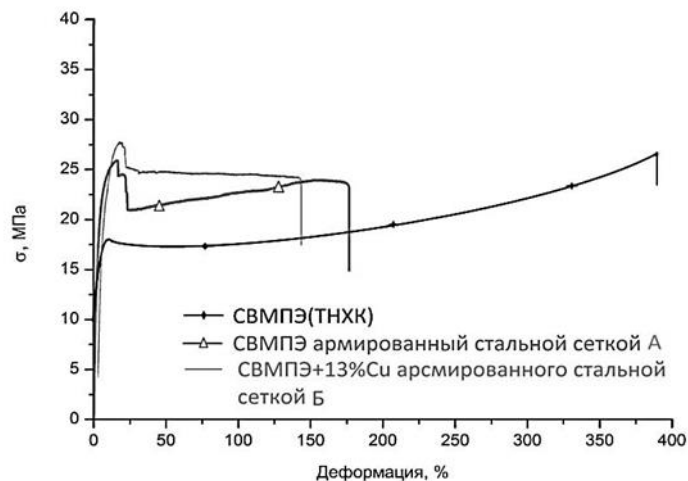


Рисунок 4 - Зависимости напряжения разрушения от деформации для армированных ПКМ.

Износостойкость. С целью исследования поведения полученных нами полимерных композитов с разным процентным содержанием наполнителя и его вида, в условиях реальной эксплуатации при абразивном износе без смазки, были проведены испытания на износостойкость (в качестве абразива использовали порошок Al_2O_3). Испытания проводились на установке «ИИП-1». Результаты представлены на рисунках 5,6,7 для порошка Cu и BN с различным процентным содержанием и для различных видов наполнителя с одинаковым процентным содержанием соответственно.

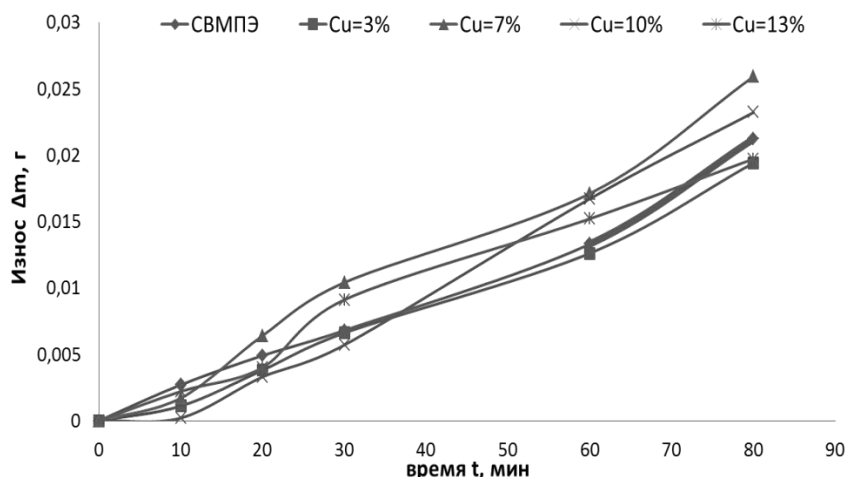


Рисунок 5 – Результаты исследования износостойкости ПКМ модифицированных порошком меди (Cu) различного процентного содержания

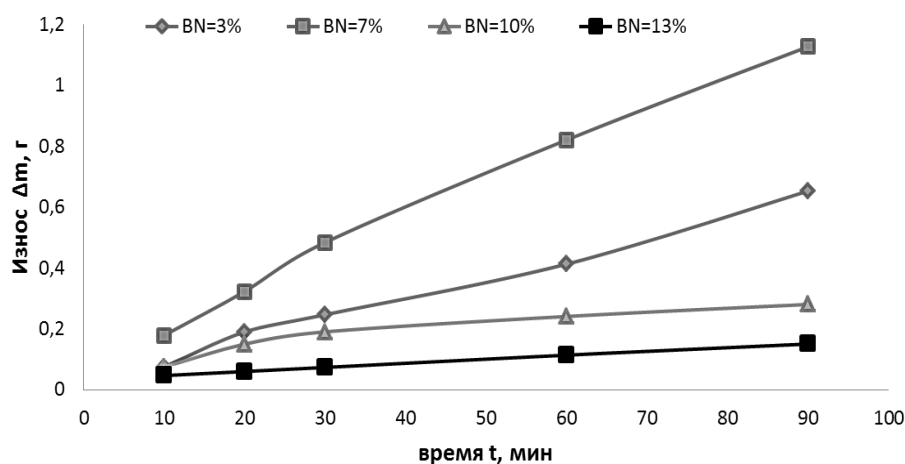


Рисунок 6 – Результаты исследования износостойкости ПКМ модифицированных порошком нитрида бора (BN) различного процентного содержания

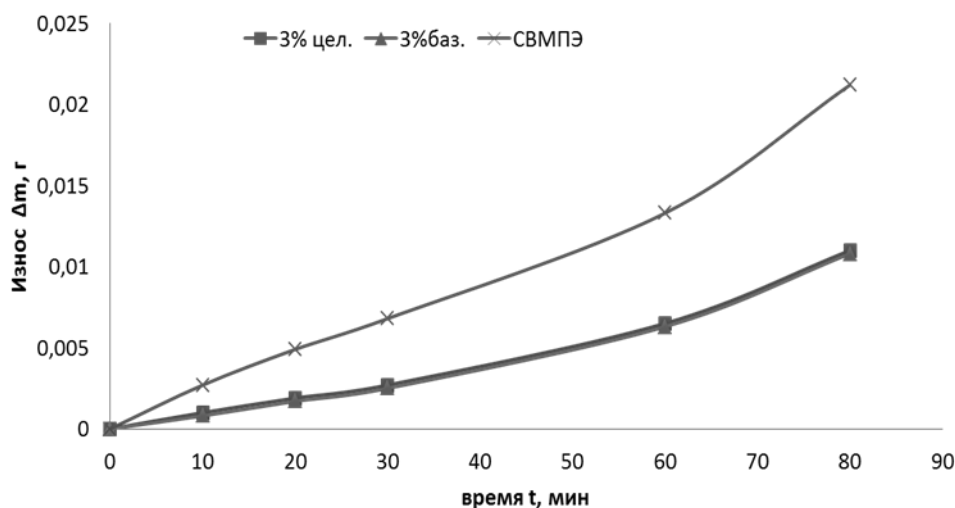


Рисунок 7 – Результаты исследования износостойкости ПКМ модифицированных различными видами наполнителей

Применение в качестве наполнителя мелкодисперсной меди в количестве 3% приводит к уменьшению износа исследуемого образца по сравнению с чистым СВМПЭ. При дальнейшем увеличении содержания меди (до 13%) износ начинает монотонно увеличиваться. В случае использования наполнителя в виде нитрида бора в количестве от 3 до 13% износ полимерных композитов уменьшается. Композиты, модифицированные базальтом и древесной мукой так же снижают значения износа.

Заключение. При помощи модифицирования полимерной матрицы из СВМПЭ различными видами наполнителей и варьируя процентное содержание, можно достичь изменения механических характеристик, как в положительную сторону, так и в отрицательную.

Приведенные экспериментальные данные могут быть использованы инженерно-техническими и научными работниками при создании новой техники в различных отраслях.

Список литературы

1. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности / Под ред. И.Н. Андреевой, – Л.: Издательство Химия, 1982.–80с.
2. Кондратюк А.А., Матренин С.В., Недосекова О.Ю. Исследование влияния количества наполнителя на механические характеристики композиционных полимеров // Известие ВУЗов, Физика. – 2014. – Т57. - №9/3. – С.98-102.
3. Vitske R. E., Kondratyuk A. A., Nesterenko V. P. Influence of Filling Agent Quantity on Characteristics of Polymeric Composites // Key Engineering Materials. - 2016 - Vol. 685. - p. 548-552

СТРУКТУРЫ ВИХРЕВЫХ ЗОН, ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА ГРАНИЦАХ СВАРЕННОГО ВЗРЫВОМ МНОГОСЛОЙНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

И.Д. КУЧУМОВА

Новосибирский государственный технический университет

E-mail: ivannakz@mail.ru

THE STRUCTURE OF THE VORTEXES, PRODUCED AT THE INTERFACE OF EXPLOSIVELY WELDED MULTILAYER COMPOSITE MATERIAL

I.D. KUCHUMOVA¹

¹Novosibirsk State Technical University

E-mail: ivannakz@mail.ru

Annotation. In this article described results about researching of the structure and microhardness layered composite material which produced by explosion welding. It is shown that the boundary between the welded materials has a undulatory character. The mixing zones formed in some parts of the boundary of two materials.

Введение. Соединение между собой разнородных материалов является одной из актуальных, но в то же время весьма сложных задач в машиностроении. Как правило, сварка разнородных материалов не возможна с применением классических (газопламенная, электродуговая сварка и т. д.) или современных методов сварки (лазерная сварка, плазменная сварка и т. д.), поэтому для получения соединения из разнородных материалов в таких случаях применяют метод сварки при высокоскоростном соударении за счет высокоскоростного соударения двух изделий. Сварка при высокоскоростном соударении металлических тел так же применяется для упрочнения поверхности металлических пластин или труб [1].

Наиболее характерным для сварки взрывом явлением является формирование волнообразной поверхности раздела между свариваемыми заготовками. В зонах контакта свариваемых пластин иногда образуются так называемые вихревые участки, в которых происходит смешивание соединяемых металлов. Явление образования вихревых зон, типичного для сварки взрывом, изучено недостаточно хорошо.