

Введение Основной потребитель медицинских изделий в России — государственные структуры. Они используют более 80% продукции. Остальными потребителями медицинских изделий являются частные медицинские лечебно-профилактические учреждения и граждане [1]. Первоочередная задача медицинской промышленности России – это обеспечение внутреннего рынка необходимой медицинской техникой и товарами медицинского назначения. Согласно экспертным оценкам российские производители медицинской техники проигрывают в рыночной конкуренции не только крупнейшим мировым производителям, разрабатывающим новейшую инновационную медицинскую технику, но и производителям воспроизведенных медицинских инструментов и приборов для их производства из Китая и Индии. Разработка и внедрение новых видов конструкционных материалов, главным образом – полимеров и полимерных композиционных материалов является одним из проявлений научно-технического прогресса [2], создает новые конкурентные преимущества и способствует развитию рынка РФ товарами и изделиями медицинского назначения. Объекты и методы исследования Объектами исследования служили полисульфон ПСФ-190 и полиамид ПА производства НИИ Пластмасс, г. Москва. В качестве наполнителя для полисульфона ПСФ-КС использовалось стекловолокно в количестве 25 % масс., для полиамида ПА-СВ стекловолокно в количестве 30% масс. Полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) производства фирмы Victrex наполняли измельченным стекловолокном в количестве 30% масс. Определение прочности и относительного удлинения образцов при разрыве проводилось согласно ГОСТ 11262-80 на универсальной испытательной машине марки AI-7000-M при скорости раздвижения зажимов 25 мм/мин. Твердость по Шору D определялась по ГОСТ 24621-91 на дюрометре марки HD 3000, ударная вязкость по Шарпи по ГОСТ 4647-80 на маятниковом копре марки GT-7045-MDL. Распределение наполнителей в полимерной матрице оценивалось на приборе марки GT-505-CBD. Поведение полимеров и их композиций в широком интервале температур исследовалось совмещенными методами DSC-TGA на приборе SDTQ 600 на воздухе со скоростью нагрева 30С в минуту в температурном интервале 0 – 4500С и на приборе STA 6000 в среде азота со скоростью нагрева 40С в минуту в температурном интервале 30 4500С. Для определения температуры переработки выбранных материалов были сняты термомеханические кривые на приборе 402S1, позволяющие определить температуру расплава указанных композиций. С целью определения морфологии композиционного материала были получены снимки поверхности разрушения стеклонаполненных образцов полиэфирэфиркетона, полисульфона и полиамида с помощью растровой электронной микроскопии на приборе РЭМ-100У. На рисунках 1-3 приведены электронные снимки исследуемых полимеров. Рис. 1 Микрофотография армированного стекловолокном полиэфирэфиркетона (наполнение стекловолокном 30 % мас.)x250 Рис. 2 Микрофотография армированного

стекловолокном полисульфона (наполнение стекловолокном 25% мас.)x250 Рис. 3 Микрофотография армированного стекловолокном полиамида (наполнение стекловолокном 30 % мас.)x250 Обсуждение результатов Как видно из данных рисунков 1-3 в случае композита на основе полиэфирэфиркетона рубленое волокно не агломерирует в отличие от композитов на основе полисульфона и полиамида. При этом в случае полисульфона агломерация наибольшая. Неравномерность распределения наполнителя должна проявиться при оценке физико-механических показателей. Был оценен основной комплекс физико-механических показателей указанных материалов, приведенный в табл.1. Видно, что все полимеры обладают высоким комплексом показателей. Использование наполнения в виде стекловолокна в полисульфоне существенно на 56 % усиливает материал, а также повышает его твердость. Неожиданным является более низкая прочность у композита на основе полисульфона по сравнению с аналогом на основе полиамида. Это может объясняться несколько меньшим наполнением этого композита, а также высокой степенью агломерации наполнителя и неравномерностью его распределения в полимерной матрице. Наивысшим комплексом показателей обладает наполненный стекловолокном ПЭЭК. Все исследуемые полимеры позиционируются как высокотемпературостойкие. С этой целью было исследовано поведение полимеров и их композиций в широком интервале температур совмещенным методом DSC-TGA. На рисунке 4 показана кривая ТГА на примере стеклонеполненного полиамида. Таблица 1 – Физико-механические показатели полимеров

Наименование показателя	ПСФ-190	ПСФ-КС (25%)*	ПА-СВ (30%)*	ПЭЭК (30%)*
Прочность при разрыве, МПа	78	122	153	185
Относит. удлинение при разрыве, %	15	3	4	4
Твердость по Шору D	82	85	82	86
Ударная вязкость по Шарпи, кДж/м ² -на образцах с надрезом	4	6	*	*

* наполнение стекловолокном по массе Рис. 4 – Данные термогравиметрического анализа стеклонеполненного полиамида Исследование потери массы и тепловых эффектов образцов в инертной среде дает нам возможность выявить процессы, проходящие при нагревании без участия кислорода, то есть охарактеризовать термическую устойчивость химических связей в полимере. То же исследование, но на воздухе характеризует процессы, проходящие с участием кислорода воздуха, то есть прогнозируют поведение полимеров при высоких температурах переработки и эксплуатации. Сравнение зависимость потери массы от температуры показана в таблице 2. Таблица 2 Зависимость потери массы композитов от температуры в различных средах

Материал	Среда	Потеря массы	0,5%	1%	2%	Температура, °C	
ПСФ-190	инертная	400	430	> 430	в присут. O ₂	275 395 429	
	ПСФ-КС (25%)	инертная	372	400	> 400	в присут. O ₂	206 348 407
	ПА-СВ (30%)	инертная	283	332	353	в присут. O ₂	75 116 282
ПЭЭК (30%)	инертная	409	456	> 456	в присут. O ₂	343 427 > 427	

Видно, что во всех случаях потеря массы образцов закономерно наступает раньше в случае присутствия кислорода. Однако для всех образцов

она начинается при температурах выше 2800С и незначительна (0,5-2%). Этот факт говорит о высокой термостойкости исследуемых композитов. Наиболее термостойким среди используемых образцов является стеклонаполненный полиэфирэфиркетон. Наименьшей стойкостью к действию высоких температур обладает композит на основе ПА. Так незначительная потеря массы 0,5 % начинается уже при 75 0С. Вероятно этот образец сорбировал на своей поверхности большое количество влаги, которая начинает улетучиваться при этой температуре. С целью повышения термической устойчивости композитов в дальнейшем следует использовать стабилизаторы термоокислительной деструкции. Обращает на себя внимание тот факт, что температуры потери массы стеклонаполненного полисульфона наступает раньше по сравнению с ненаполненным аналогом. По-видимому, в процессе изготовления стеклонаполненного образца в отсутствии термостабилизаторов идут деструктивные процессы, приводящие к снижению прочностных характеристик. Полученные результаты дают возможность предположить, что выбранные полимеры могут служить матрицей для изготовления композиционного материала высокой прочности.