

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Наноматериалы и нанотехнологии»

1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2: Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ПК-3: Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал, выполняет задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций, может допускать отдельные ошибки.	25-100	Зачтено
Студент не освоил основное содержание изученного материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	0-24	Не зачтено

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами

1. Оценочное средство по дисциплине Наноматериалы и нанотехнологии

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и

основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

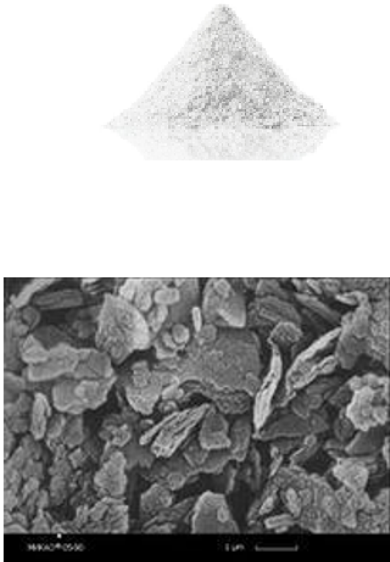
**«Нanomатериалы и нанотехнологии»
для студентов направления 22.03.01 МиТМ (МТКМ)**

Задание 1. Разработать состав полимерного наноуполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности наноуполннителей к агрегации. Обосновать выбор наноуполннителя (ИДК ПК- 2.1, ПК-2.2) Приложение 1.

Задание 2. Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц. (ИДК ПК- 3.1)

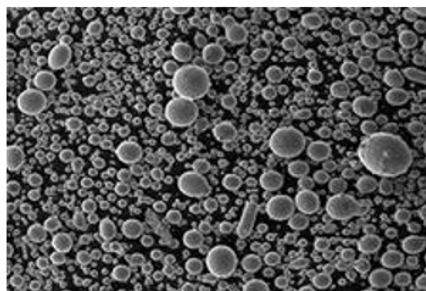
Характеристики нанодисперсных наполнителей

	Карбонат кальция (мел, CaCO_3) - один из наиболее дешевых и распространенных видов дисперсных наполнителей. Основной источник - природный известняк, подвергнутый измельчению, флотации для удаления примесей и фракционированию с получением частиц размерами 0,1-10 мкм. Получается также путем осаждения в процессах получения карбоната и гидроксида натрия (размер частиц от 0,03 мкм до 10 мкм с малым разбросом по размерам). К преимуществам этого наполнителя - относится белый цвет, низкая твердость, широкий интервал возможного размера частиц, стабильность свойств в широком интервале температур. Для улучшения реологических свойств и смачивания поверхность мела часто обрабатывают стеариновой кислотой, стеаратом кальция или аппретами, что способствует также лучшему распределению частиц мела в матрице полимера. В качестве наполнителя находит широкое применение в материалах на основе ПВХ (в жестких и пластифицированных рецептурах), полипропилена, полистирола и его сополимеров, в полиэфирных стеклопластиках (премиксы, препеги). Плотность 2690 – 2720 кг/м³
	Каолин (белая глина - гидратированный силикат алюминия) - получается из минерала каолинита путем его измельчения. Используется двух видов — очищенный и прокаленный, у которого удалена гидратационная вода. Частицы каолина имеют структуру пластинчатых чешуек, отличаются высокой степенью белизны; они плохо диспергируются в большинстве полимеров. Из-за большой величины площади поверхности введение каолина способствует значительному

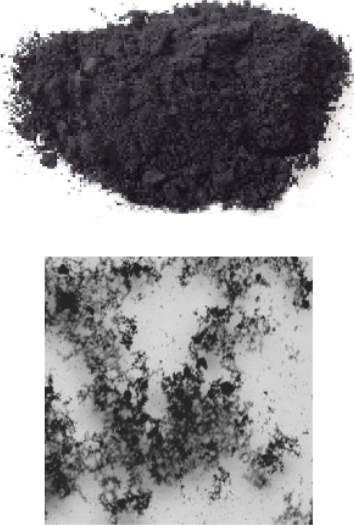
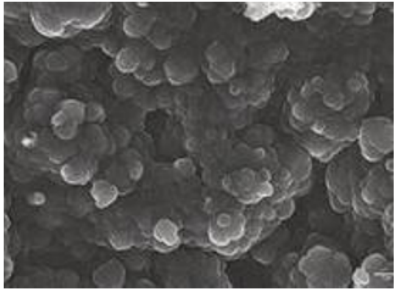
	повышению вязкости. Для повышения способности к диспергированию и достижения максимального упрочняющего эффекта поверхность частиц обрабатывают модифицирующими агентами (например, ПАВ). Каолин применяется при наполнении термопластов для придания повышенных значений модуля упругости при растяжении, а также для улучшения электрических свойств; в производстве армированных волокнами пластиков на полиэфирных связующих для повышения вязкости (размер частиц менее 40 мкм), а также для повышения объемного электрического сопротивления и водостойкости (прокаленный каолин, связующее - фенолформальдегидный олигомер). Плотность 2600 кг/м³
	Тальк (гидратированный силикат магния) - получается из ряда природных пород путем обогащения, дробления, измельчения (тонкого помола) и фракционирования. Представляет собой тонкоизмельченный порошок белого цвета с пластинчатыми частицами различного размера (от 10 мкм до 70 мкм). Благодаря пластинчатой форме частиц тальк придает наполненным материалам повышенную жесткость - при одинаковой степени наполнения (40%) тальк увеличивает жесткость полипропилена в 3 раза, а мел - в 2 раза. Применение талька при правильном подборе дисперсного состава, поверхностной обработки позволяет избежать характерной для наполнения дисперсными частицами снижения стойкости к ударным нагрузкам. Низкая твердость (1 по шкале Моса) снижает абразивный износ при переработке тальконаполненных термопластов. Наиболее широко применяется в качестве наполнителя термопластов, в первую очередь полипропилена (автомобилестроение, приборостроение). Получение материала осуществляется смешением в расплаве, с использованием смесителей тяжелого типа. Плотность 2,7-2,8 г/см³
	Аэросил - пирогенный диоксид кремния - аморфная форма SiO_2, имеющая вид сферических частиц коллоидных размеров (3-10 нм). Характеризуется максимальной удельной поверхностью из всех порошкообразных наполнителей, величина которой достигает

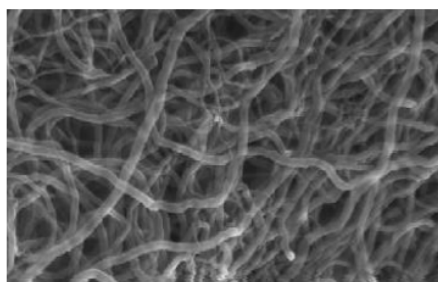
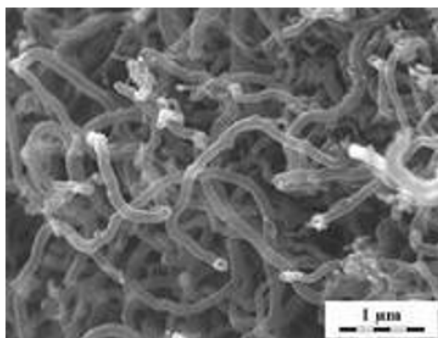


380 м²/г. Получается в процессе гидролиза тетрахлорида кремния в токе кислородно-водородного пламени. Широко используется в качестве наполнителя; характеризуется выраженным загущающим и тиксотропным эффектом, пониженной склонностью к расслаиванию в композициях. Имеющиеся на поверхности частиц аэросиласиланольные группы способствуют образованию системы водородных связей между частицами. Кроме того, силанольные группы обеспечивают возможность эффективной модификации поверхности путем использования разнообразных аппретов силанового ряда и гидрофобизаторов. Широко применяется для регулирования реологических свойств материалов на основе эпоксидных, полиэфирных, силоксановых смол. Недостатком аэросила является его высокая стоимость. Плотность **2,2 г/см³**



Крахмал - в промышленных масштабах получают из кукурузы, картофеля, риса, тапиоки и пшеницы. В качестве наполнителя пластмасс его предлагается использовать для придания им способности подвергаться биологическому разложению. Крахмал легко получается из перечисленных растений в виде тонкой пудры, состоящей из **сферических или эллипсоидальных зерен размером от 3 до 100 нм**. Как правило, он нерастворим в холодной воде, спирте, эфире и образует студень с горячей водой. **Плотность его 1499—1513 кг/м³**. Крахмал не плавится, разлагаясь или сгорая при нагревании. Крахмал подвержен биологическому и окислительному разрушению, поэтому он представляет интерес как наполнитель для биологически разлагающихся пластмасс. Зарытые в землю, они разлагаются под действием ферментов и кислорода. Хотя крахмал не растворяется в холодной воде, он быстро разрушается амилазой, и возникающая при этом пористость полимера создает благоприятные условия для его разрушения. Крахмал достаточно стоек к нагреванию в процессе переработки полимеров и в отсутствие влаги его успешно удается сочетать с полиэтиленом низкой плотности, полипропиленом и полистиролом.

	Плотность 1,5 г/см ³
	Ультрадисперсный порошок алмазаграфита, полученный детонационным способом. Порошок черного цвета. С ярко выраженной способностью к агломерации. Размеры первичных частиц 4 нм, агломератов 10-25 нм, 40-60 нм, 100 нм. Удельная площадь поверхности 270- 400 м²/г. Применяется для модификации различных материалов. Плохо диспергируется в жидких средах. Плотность 1,6-1,8 г/см³
	Молекула фуллерена является органической молекулой, а кристалл, образованный такими молекулами (фуллерит) – это молекулярный кристалл, являющийся связующим звеном между органическим и неорганическим веществом. Диаметр молекулы C₆₀ - 0,84 нм. Удельная свободная поверхность фуллерена 1,34-103 м²/г. Плотность 1,7 г/см³



Такие свойства **нанотрубки**, как ее малые размеры, меняющаяся в значительных пределах в зависимости от условий синтеза, электропроводность, механическая прочность и химическая стабильность, позволяют рассматривать нанотрубку в качестве основы будущих элементов микроэлектроники. Расчетным путем доказано, что введение в идеальную структуру нанотрубки в качестве дефекта пары пятиугольник–семиугольник изменяет ее электронные свойства. Нанотрубка с внедренным в нее дефектом может рассматриваться как гетеропереход металл-полупроводник, который, в принципе, может составить основу полупроводникового элемента рекордно малых размеров.

Интересные применения могут получить нанотрубки при заполнении их различными материалами. При этом нанотрубка может использоваться как в качестве носителя заполняющего ее материала, так и в качестве изолирующей оболочки, предохраняющей данный материал от электрического контакта, либо от химического взаимодействия с окружающими объектами.

Удельная поверхность УНТ может достигнуть 600 м²/г. Размер УНТ – диаметр от 1 до 10 нм, длина 100 нм и выше.

Плотность 1,9 г/см³

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.