

Реестр занятий
для учителей инженерных классов школ по теме:
«Инновационные технологии и применение композиционных, интел-
лектуальных и нано материалов в машиностроении»
на кафедре «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин»
(ПРАДМ)

План занятий

№ п/п	Наименование темы	Краткое содержание темы	Количество занятий (ак. час)
1.	Наноматериалы и нанотехнологии	Общее понятие, применение при решении инженерных задач. Оценка целесообразности перехода наnanoуровень.	1(2)
2.	Композиционные материалы	Общее понятие, особенности применения при производстве и ремонте машин; механизм разрушения деталей изготовленных из полимерных композиционных материалов. Градиентные материалы.	2(4)
3.	Интеллектуальные материалы и технологии	Общее понятие, применение при решении инженерных задач. Особенности проведения деловых игр по выбору интеллектуальных материалов для решения различных инженерных задач.	1(2)
4.	Интеллектуальные материалы на базе углеродных волокон	Технология применения интеллектуальных материалов на базе углеродных волокон при производстве, диагностировании и ремонте машин (области применения, достоинства, недостатки, особенности структуры углеродных волокон используемых для диагностирования).	1(2)

Зав. кафедрой ПРАДМ В.В. Зорин В.А.

5.	Интеллектуальные материалы, обеспечивающие визуализацию диагностического сигнала.	Способы диагностирования состояния конструкции, обладающие высокой достоверностью, не требующие сложных аппаратных средств и позволяющие визуально осуществлять контроль технического состояния конструкции.	1(2)
6.	Применение полимерных материалов в машиностроении	Классификация, достоинства, недостатки, способы создания рациональных соединений. Наполнители для полимерных материалов. Принципы создания материалов с заданными свойствами.	1(2)
7.	Технологические методы применения полимерных материалов при производстве и ремонте машин	Технология применения полимерных материалов при производстве и ремонте машин: стопорение, фиксация и герметизация резьбовых соединений; обеспечение герметичности фланцевых соединений; заделка трещин и пробоин с использованием полимерных материалов. Типовые ошибки, возникающие при использовании полимерных материалов при решении инженерных задач.	2(4)
8.	3-Д проектирование деталей машин	Применение электронно-вычислительной техники при проектировании изделий машиностроения	2(4)
9.	Аддитивные технологии	Сравнительный анализ традиционных технологических методов производства деталей машин и аддитивных технологий	1(2)

Зав. кафедрой ПРАДМ В.В. Зорин в.в.1

10.	Современное технологическое оборудование, применяемое в аддитивных технологиях	Классификация, достоинства, недостатки, способы применения современного производственного оборудования в процессе создания изделий машиностроения с применением аддитивных технологических методов	2(4)
11.	Аддитивные технологии в литейном производстве	Роль, место и особенности применения аддитивных технологий в литейном производстве деталей машин	1(2)
12.	Обсуждение особенностей руководства проектно-исследовательскими работами школьников		1(2)
13.	Итоговая аттестация (круглый стол в формате «вопрос-ответ»)		2 (4)
Итого			36(72)

Содержание занятий.

Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии.

Нанотехнологии многие ученые относят к «прорывным направлениям», что связано с их быстрым переходом из области фундаментальных наук на прикладное использование. Повышенный научный интерес к этой отрасли связан с широчайшими областями применения и колossalными возможностями, которые открывают перед человечеством наноматериалы и нанотехнологии. Исследования эксплуатационных свойств, увеличение объемов производства и снижение стоимости наноматериалов уже в ближайшее время обеспечат их применение во многих отраслях промышленности.

Выделение наноиндустрии в самостоятельную отрасль промышленности произошло относительно недавно, только в последнее десятилетие XX века, и связано это со значительными успехами в области исследованияnanoобъектов (в первую очередь это вызвано развитием туннельной и сканирующей микрометрии) и с возникновением новых наноматериалов и нанотехнологий. За очень небольшой временной отрезок в различных

Зав. кафедрой проф. В. Зорин В.А./

странах учеными одновременно были синтезированы целые классы новых материалов на основе супрамолекулярных гибридных органических и неорганических полимеров.

Но при этом, отдельные примеры использования «наноматериалов» можно найти в древности (данные примеры будут подробно рассмотрены при изучении темы).

В рамках данной темы рассмотрено общее понятие наноматериалов и нанотехнологий, классификация наноматериалов по различным критериальным признакам, основные различия наноматериалов, от своих микроструктурных аналогов, а также особенности их применение при решении инженерных задач. Оценка целесообразности перехода на наноуровень.

Тема 2. Композиционные материалы.

В рамках изучения данной темы показано, что история применения полимерных композиционных материалов берет свое начало с древнейших времен, когда человек начал сознательно конструировать новые материалы. Уже на ранних стадиях развития цивилизации люди использовали для строительства кирпич из глины, в которую замешивалась солома, придававшая повышенную прочность. Использование природных битумов позволило повысить водостойкость природных материалов и изготавливать суда из камыша, пропитанного битумом. Прослеживается аналогия между изготовлением боевых луков у кочевников с использованием нескольких слоев из дерева, рога, шелка, скрепляемых с помощью клея, и современными металлодеревотканевыми слоистыми конструкциями, соединяемыми смолами.

В настоящее время, в промышленно развитых странах производство изделий из полимерных композиционных материалов неуклонно растет, поскольку эти материалы позволяют добиться существенного улучшения качества и снижения веса изделий и конструкций, в том числе работающих в экстремальных условиях, при одновременном увеличении их надежности и ресурса. Одним из важнейших условий конкурентоспособности полимерных композиционных материалов является оптимальное сочетание их технологичности в производстве и применении, с высокими эксплуатационными характеристиками (прочностью, жесткостью, износостойкостью) и низкой стоимостью.

Зав. кафедрой ПРАДА 4 В.З. Зорин В.А./

Тенденции замещения металлических деталей машин на детали, изготовленные из ПКМ обусловлены как экономическими, так и социальными факторами. Экономические факторы определяют тенденцию повышения топливной экономичности как легковых, так и грузовых автомобилей, что в настоящее время стало одним из ведущих направлений современного машиностроения. Социальные факторы определяют тенденцию повышения безопасности автомобилей и дорожно-строительных машин (для людей и окружающей среды).

В рамках данной темы рассмотрено общее понятие композиционных материалов, особенности их применения при производстве и ремонте машин. Показаны наиболее простые способы определения некоторых характеристик ПКМ, которые могут быть применены в рамках факультативных занятий. Отдельно рассмотрены градиентные композиционные материалы. Особый интерес представляет механизм разрушения деталей изготовленных из полимерных композиционных материалов.

Тема 3. Интеллектуальные материалы и технологии.

В последние годы все большее внимание уделяется разработке интеллектуальных материалов и конструкций, которые способны реагировать на изменение внешних или внутренних условий (изменяя свое статическое и динамическое поведение). В технической литературе такие материалы называют «адаптивными» («adaptive»), «управляемыми» («controlled»), активными («active»), «самонастраивающимися», «разумными» («smart») или «интеллектуальными» («intelligent»). В России эти материалы чаще всего называют «интеллектуальными».

В рамках данной темы дано общее представление об интеллектуальных материалах и особенности их применения при решении инженерных задач.

По оценкам многих экспертов, в ближайшем будущем создание интеллектуальных материалов будет осуществляться по пути проектирования интеллектуальных конструкций, которые разделяют на три группы.

- 1) Интеллектуальные конструкции I типа (пассивные), которые могут диагностировать свое состояние в процессе эксплуатации.
- 2) Интеллектуальные конструкции II типа (активные), способные не только диагностировать свое напряженно-деформированное состояние, но и подстраиваться под изменение внешних условий, в том числе и путем

Зав. кафедрой проф. Ф. Зорин В. А.

изменения формы и свойств. Такие конструкции обладают способностью обнаруживать появление неисправностей (повреждений) и принимать меры для устранения или смягчения их последствий.

3) Интеллектуальные конструкции III типа, способные к обучению и изменяющие свою реакцию в зависимости от приобретенного опыта.

Перечисленные выше виды конструкций можно реализовать путем внедрения чувствительных элементов или силовых приводов в материалы. В рамках изучения данной темы показаны примеры интеллектуальных материалов относящихся к 1 и 2 группе.

Показана возможность проведения с учащимися деловых игр по выбору интеллектуальных материалов для решения различных инженерных задач. В настоящее время деловую игру можно рассматривать и как область деятельности и научно-технического знания, и как имитационный эксперимент, и как метод обучения, исследования, решения практических задач. При проведении деловой игры участвующие стороны (команды учащихся) занимают активную позицию и ведут борьбу за реализацию своих интересов. Каждая из сторон имеет свои цели и задачи и должна использовать некую собственную стратегию, которая может привести к выигрышу или проигрышу. Являясь средством моделирования разнообразных условий профессиональной деятельности, аспектов человеческой активности и социального взаимодействия, деловая игра выступает и методом поиска новых способов ее (деятельности) выполнения, и методом эффективного обучения, поскольку снимает противоречия между абстрактным характером учебного предмета и реальным характером профессиональной деятельности. Предметом игры является перечень процессов, имитируемых в игре и в специфической форме замещающих предмет реальной профессиональной деятельности. В рамках изучения темы, сформулированы простейшие инженерные задачи (которые могут быть решены школьниками с использованием деловых игр) и типовые сценарии деловых игр, которые могут быть использованы при проведении занятий в инженерных классах и факультативов.

Тема 4. Интеллектуальные материалы на базе углеродных волокон.

В последнее десятилетие начали широко разрабатываться интеллектуальные материалы и конструкции, обладающие способностью самостоя-

Зав. кафедрой ПРАДИ 6. В. З. Гарин В.А.

тельно диагностировать свое состояние. На первом этапе создания интеллектуальных конструкций требуется найти сенсоры (или датчики), которые характеризовались бы высокой чувствительностью к механическому состоянию конструкции. К таким элементам относятся: оптико-волоконные, пьезоэлектрические и токопроводящие материалы.

Наиболее простым методом диагностирования является использование в качестве тензочувствительных элементов токопроводящих сенсоров. В этом случае контроль выполняется в результате регистрации изменения электрического сигнала при воздействии механических нагрузок. В качестве токопроводящих сенсоров наиболее перспективными материалами являются углеродные волокна, которые широко используются при создании композиционных материалов.

Полимерные композиционные материалы, в которых в качестве наполнителя используются углеродные волокна, жгуты, ленты или ткани, называются углепластиками. Они достаточно давно используются в различных системах обогрева и как электропроводящий материал для съема информации в авиационной промышленности. Отличительной особенностью углепластиков является сочетание высокой прочности, жесткости, легкости, термостойкости и долговечности при длительном воздействии динамических нагрузок. Широкое внедрение микроуглепластиков в конструкциях автотранспортных средств ограничивает только их высокая стоимость, которая по мере освоения новых технологий получения углеродных волокон постепенно уменьшается.

В рамках данной темы рассмотрены технологии применения интеллектуальных материалов на базе углеродных волокон при производстве, диагностировании и ремонте машин (области применения, достоинства, недостатки, особенности структуры углеродных волокон используемых для диагностирования).

Свойства углеродных волокон существенным образом зависят от количества дефектов на их поверхности. Основные типы дефектов представляют собой поверхностные и объемные микро- и нанопоры, которые образуются в результате выделения летучих, жаростойкие включения, наплывы и др. Далее, в процессе термообработки, эти поры трансформируются в микротрешины, делая несовершенной структуру углеродного волокна. В

Зав. кафедрой ПРАДМ 7 Р3 Зорин В.А.

рамках изучения данной темы показаны фото полученные с использованием электронных растровых микроскопов дефектов углеродных волокон на различных масштабных уровнях (микро-, субмикро- и нано) и приведены примеры влияния этих дефектов на эксплуатационные свойства деталей.

Тема 5. Интеллектуальные материалы, обеспечивающие визуализацию диагностического сигнала

В настоящее время диагностирование состояния металлоконструкций машин и строительных объектов проводится довольно широким спектром методов. В рамках данной темы рассматривались способы диагностирования состояния конструкции, обладающие высокой достоверностью, но в то же время весьма простых и удобных в осуществлении, не требующих сложных аппаратных средств и позволяющих визуально осуществлять контроль технического состояния конструкции.

Различные сенсоры в виде поверхностного покрытия известны достаточно давно. Первоначально для этих целей использовались различные лаки, которые при нагрузках трескались и по рисунку этих трещин можно было определить наиболее нагруженные зоны конструкции. В дальнейшем такие краски совершенствовались и получили большое распространение при изготовлении спецодежды, например, для определения изменения порога температуры.

Среди множества материалов, которые используют при создании разнообразных интеллектуальных поверхностных покрытий, одними из наиболее перспективных и мало исследованных именно в области диагностирования являются (капсулированные материалы, жидкокристаллические материалы, слюдопигменты и др.).

В рамках данной темы подробно рассмотрены интеллектуальные материалы, обеспечивающие визуализацию диагностического сигнала. Преимущества, недостатки и области применения визуальной диагностики.

Тема 6. Применение полимерных материалов в машиностроении.

На сегодняшний день в России разработано множество перспективных полимерных материалов, которые обладают уникальным комплексом свойств. По своим эксплуатационным свойствам отечественные полимеры во многом превосходят свои зарубежные аналоги.

Зав. кафедрой проф. В. В. Зорин Б.Н./

Полимерные материалы широко применяются при производстве и ремонте машин. Использование для ремонта машин полимерных материалов является одним из наиболее простых и дешевых методов ремонта, так как он не требует высокой квалификации ремонтников и использования специального оборудования. В рамках данной темы подробно рассмотрена классификация полимерных материалов, их достоинства и недостатки, а также способы создания рациональных соединений.

Но в ряде случаев традиционные полимерные материалы по ряду показателей (прочность, эластичность, диапазон рабочих температур, атмосферостойкость и др.) не удовлетворяют заданным требованиям. Одним из наиболее перспективных способов создания материалов с заданными свойствами является использование различных типов наполнителей. В рамках данной темы изучены общие принципы создания материалов с заданными свойствами путем использования наполнителей.

Тема 7. Технологические методы применения полимерных материалов при производстве и ремонте машин.

Технический прогресс в значительной степени порождает необходимость перехода на новые ремонтные материалы. Для успешного развития дорожно-строительного и автомобильного машиностроения требуется постоянное совершенствование существующих и разработка новых материалов для ремонта машин, которые удовлетворяли бы таким противоречивым требованиям, как надежность, простота использования, низкая стоимость, а также возможности автоматизации процесса ремонта. В настоящее время перспективы развития отрасли во многом связаны с использованием полимерных материалов вместо традиционных методов ремонта (сварка, пайка и др.). Внедрение в ремонтное производство полимерных материалов позволит исключить из производственного цикла многие трудоемкие и дорогостоящие операции.

В рамках данной темы подробно рассмотрены типовые технологии применения полимерных материалов при производстве и ремонте машин: стопорение, фиксация и герметизация резьбовых соединений; обеспечение герметичности фланцевых соединений; заделка трещин и пробоин с ис-

Зав. кафедрой ПРАДИМ № 9 Р. З. Борис в.в./
Зав. кафедрой ПРАДИМ № 9 Р. З. Борис в.в./

пользованием полимерных материалов. Также подробно рассмотрены типовые ошибки, возникающие при использовании полимерных материалов при решении инженерных задач.

Тема 8. 3-D проектирование деталей машин.

Проектирование и конструирование изделий машиностроения в настоящее время невозможно без применения электронно-вычислительной техники. Современное компьютерное и программное обеспечение позволяет уже на стадии эскизного проекта создать трёхмерную пространственную модель детали или машины в целом. Методы пространственного 3D-проектирования позволяют не только создать цифровую модель детали, но также обеспечивают возможность разработки технологии её изготовления традиционными методами или с применением перспективных аддитивных технологий. Аддитивные технологии представляют собой важную часть 3D-среды, в которой происходит рождение нового продукта – от замысла конструктора до материализации его идей в серийном производстве. Внедрение аддитивных технологий требует освоения методов 3D-проектирования и моделирования, CAD, CAM- и CAE- технологий, а также технологий оцифровки и реинжиниринга. Практически это означает реальный переход к «безбумажным» технологиям, когда для изготовления детали традиционной бумажной чертежной документации, в принципе, не требуется.

В рамках данной темы подробно изучены методы 3D-проектирования и моделирования с применением лицензионного программного обеспечения.

Тема 9. Аддитивные технологии.

Развитие научно-технического прогресса и экономики связано с постоянным ростом энергоёмкости, производительности и стоимости применяемых машин. Характерной чертой современных транспортно-технологических машин являются высокий уровень надёжности и, соответственно, большие сроки эксплуатации техники. Затраты на техническое обслуживание и ремонт машин постоянно растут. В связи с этим, простой машин, вызванные утратой работоспособности деталей из-за поломки, износа или повреждения, вызывают значительные финансовые потери предприятия из-за упущененной прибыли, размеры которой могут быть соизме-

Зав. кафедрой ПРАДМ Б.З. Родрик В.А./
10

римы со стоимостью новой машины. Основной причиной столь значительных финансовых потерь предприятия из-за отказа машины является длительное время ожидания поступления запасных частей, достигающее 2-3 месяцев. Учитывая территориальные особенности нашей страны, удалённость ряда промышленных, строительных и добывающих предприятий от крупных транспортных узлов и расположение предприятий-изготовителей запасных частей машин в различных странах мира, можно отметить целесообразность и экономическую обоснованность изготовления запасной части машины непосредственно на эксплуатационном предприятии с применением современных аддитивных технологий. Для реализации этой идеи необходимо решить три задачи: 1) определить перечень деталей, лимитирующих надёжность машины, оценить эксплуатационные свойства этих деталей; 2) обосновать структуру и эксплуатационные свойства полимерного композиционного материала для изготовления запасной части, необходимой для замены детали, утратившей работоспособность; 3) разработать технически- и экономически оправданный вариант аддитивной технологии изготовления запасной части в условиях эксплуатации и подобрать необходимое технологическое оборудование.

В рамках данной темы подробно рассмотрены типовые аддитивные технологии с примерами их применения в машиностроении.

Тема 10. Современное технологическое оборудование, применяемое в аддитивных технологиях.

В основе современных аддитивных технологий лежит метод формирования детали из полимерного композиционного материала путём постепенного наращивания с помощью термического или какого-либо иного воздействия, в результате которого получается деталь необходимой формы с заданными размерами. В настоящее время существует уже более 30 различных типов аддитивных технологических процессов и десятки видов технологического оборудования, которое производится различными машиностроительными компаниями ведущих стран мира.

В рамках данной темы подробно рассмотрены классификации, достоинства, недостатки, способы применения современного производственного оборудования в процессе создания изделий машиностроения с применением аддитивных технологических методов.

Зав. кафедрой проф. В. Зорик В.А.
11

Тема 11. Аддитивные технологии в литейном производстве.

В литейном производстве изделий машиностроения аддитивные технологии применяют для ускоренного производства литейных деталей:

- литейных моделей;
- мастер-моделей;
- литейных форм и литейной оснастки.

Применение аддитивных технологий в литейном производстве имеет целый ряд специфических особенностей, которые проявляются как в конструкции технологического оборудования, так и в режимах технологических процессов.

В рамках данной темы рассмотрена роль, место и особенности применения аддитивных технологий в литейном производстве деталей машин.

Тема 12. Обсуждение особенностей руководства проектно-исследовательскими работами школьников.

Под каждую тему ДПП учителям были предложены различные варианты направлений и тем для проектно-исследовательской деятельности учащихся. Показаны примеры проектно-исследовательских работ учащихся занявших призовые места на научно-практических конференциях школ МЦАДО. Отдельно рассмотрены наиболее распространенные, типовые ошибки, которые допускают учащиеся при выполнении проектно-исследовательских работ.

Зав. кафедрой практик В. З. Торик в.п./

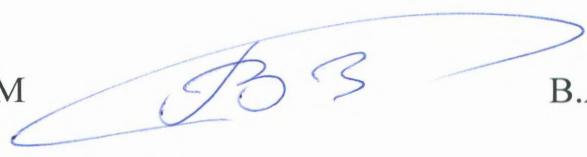
Календарный график проведения занятий:

Дата занятия	Время	Лектор	Тема
17 февраля 2016	17.15-18.45	Баурова Н.И., д.т.н., профессор кафедры ПРАДМ; Косенко Е.А., ассистент	Наноматериалы и нанотехнологии
	18.50-20.20		Композиционные материалы
	20.30-22.00		
02 марта 2016	17.15-18.45	Баурова Н.И., д.т.н., профессор кафедры ПРАДМ; Косенко Е.А., ассистент	Интеллектуальные материалы и технологии
	18.50-20.20		Интеллектуальные материалы на базе углеродных волокон
	20.30-22.00		Интеллектуальные материалы, обеспечивающие визуализацию диагностического сигнала
16 марта 2016	17.15-18.45	Баурова Н.И., д.т.н., профессор кафедры ПРАДМ; Косенко Е.А., ассистент	Применение полимерных материалов в машиностроении
	18.50-20.20		Технологические методы применения полимерных материалов при производстве и ремонте машин
	20.30-22.00		
30 марта 2016	17.15-18.45	Зорин В.А., д.т.н., профессор зав. кафедрой ПРАДМ; Коноплин А.Ю. ассистент	3-D проектирование деталей машин
	18.50-20.20		
	20.30-22.00		Аддитивные технологии
13 апреля 2016	17.15-18.45	Зорин В.А., д.т.н., профессор зав. кафедрой ПРАДМ;	Современное технологическое оборудование, применяемое в аддитивных технологиях
	18.50-20.20		

Зав. кафедрой ПРАДМ 13 В.З. Зорин В.А.

	20.30-22.00	Коноплин А.Ю. ассистент	Аддитивные технологии в литейном производстве
27 апреля 2016	17.15-18.45	Зорин В.А., д.т.н., профессор зав. кафедрой ПРАДМ;	Обсуждение особенностей руководства проектно- исследовательскими рабо- тами школьников
	18.50-20.20	Баурова Н.И., д.т.н., профессор кафедры ПРАДМ	Итоговая аттестация (круглый стол в формате «вопрос-ответ»)
	20.30-22.00		

Зав. кафедрой ПРАДМ



В.А. Зорин