## Всероссийский конкурс работ научно-технического творчества студентов, обучающихся по программам среднего профессионального образования

**Задачи заочного этапа   
для направления «Новые материалы»**

**Как решить?**

При решении задач мы рекомендуем пользоваться доступными источниками информации.

Мы настоятельно рекомендуем решать задачи в команде без помощи сторонних экспертов. В случае необходимости или спорных ситуаций, Оргкомитет проведет удаленное он-лайн собеседование команды с экспертами по направлению.

**Как прислать решение?**

Решение необходимо заполнить в этом же файле ниже и загрузить документ в личном кабинете участника в формате .doc или .docx.

**Название файла** должно быть в формате: “**Направление Название команды**”(например: “Энергетика Электроники.doc”), приложенные файлы называются как: “Направление Название команды Приложение1..n.doc”

**Критерии оценки**

В качестве критериев рассматривается наличие (или выбор) правильных ответов на вопросы, их полнота и логика аргументации.

**Задачи**

1. Что из этого не является композитом?  
   *(выберите правильные варианты ответа)*
   1. стеклопластик
   2. железобетон
   3. булатная сталь
   4. полиэтилен

1. Почему анизотропия свойств композитов может быть как их преимуществом, так и недостатком?   
   *(опишите максимально полно преимущества и недостатки)*
2. Что такое стеклопластик, углепластик?   
   *(дайте определение)*
3. Что может использоваться в качестве связующего и наполнителя стеклопластика и углепластика? Какие качества должны быть присущи связующим и наполнителям?   
   *(напишите подробно про связующие и наполнители)*
4. Опишите этапы изготовления изделия из стеклопластика (с нуля).  
    Какой из них можно пропустить и в каком случае?  
   *(опишите этапы и обоснуйте выбор пропуска этапа)*
5. Известно, что можно изготавливать полную матрицу изделия, а можно – разделить ее на блоки. Опишите плюсы и минусы обоих способов.   
   *(опишите подробно)*
6. Почему, при использовании химически отверждаемого связующего для отверждения композита важна температура окружающей среды.   
   Можно ли изменить температуру отверждения?   
   *(обоснуйте ответ)*
7. Почему для увеличения скорости отверждения смолы нельзя использовать увеличение количеств катализатора «отвердителя»? Что используется вместо этого?  
   *(обоснуйте ответ, приведите примеры)*
8. В приложении модель самолета, рассчитанная на построение из бальзы. Как вы считаете, можно ли реализовать ее из стекло- или угле- пластика?  
   Какие связующие и наполнители Вы бы использовали?   
   Что, кроме этих композитных материалов Вы бы использовали?   
   *(напишите подробный план работы над самолетом)*

**Ответы**

1. Что из этого не является композитом?

*(выберите правильные варианты ответа)*

**d.полиэтилен**

1. Почему анизотропия свойств композитов может быть как их преимуществом, так и недостатком?   
   *(опишите максимально полно преимущества и недостатки)*

Анизотропия — зависимость свойств композиционного материала от выбора направления измерения. Например, модуль упругости однонаправленного углепластика вдоль волокон в 10-15 раз выше, чем в поперечном.

Для компенсации анизотропии увеличивают коэффициент запасапрочности, что может нивелировать преимущество композитовв удельнойпрочности. Таким примером может служить опыт применения КМ приизготовлении вертикального оперения истребителя МиГ-29. Из-заанизотропии применявшегося композита вертикальное оперение былоспроектировано с коэффициентом запаса прочности кратно превосходящим стандартный в авиации коэффициент 1,5, что в итоге привело к тому, что композитное вертикальное оперение МиГ-29 оказалось равным по весу конструкции классического вертикального оперения, сделанного из дюралюминия.

Тем не менее, во многих случаях анизотропия свойств оказывается полезной. Например, трубы, работающие при внутреннем давлении, испытывают в два раза большие разрывающие напряжения в окружном направлении по сравнении с осевым. Следовательно, труба не должна быть равнопрочной во всех направлениях. В случае композитов это условие легко обеспечить, увеличив вдвоеармирование в окружном направлении посравнению с осевым.

От схемы укладки волокон зависят свойства композита: материал может быть изотропным и анизотропным.

1. Что такое стеклопластик, углепластик?   
   *(дайте определение)*

Стеклопластик-вид композиционных материалов,состоящих из стекловолокнистого наполнителя и связывающего вещества(термореактивные и термопластичные полимеры).

Углепластик-композиционный материал из переплетенных нитей углеродного волокна,расположенных в матрице из полимерных смол.

1. Что может использоваться в качестве связующего и наполнителя стеклопластика и углепластика? Какие качества должны быть присущи связующим и наполнителям?   
   *(напишите подробно про связующие и наполнители)*

В качестве связующего (матрицы) стеклопластика и углепластикачаще всего применяют как термореактивные синтетические смолы (фенольные, эпоксидные, полиэфирные, полиимидные, кремнийорганические и т.д.), так и термопластичные полимеры (полиамиды, полиэтилен, полистирол, полиариленсульфоны, поликарбонаты и т.д.)**,** которое связывает наполнители, определяет форму изделия, его монолитность, теплофизические, электротехнические свойства, герметичность, химостойкость, распределение напряжений между наполнителями.

Требования, предъявляемые к матрице, можно разделить на эксплуатационные и технологические.

К эксплуатационным относятся: физико-механические и физико-химические свойства, температура эксплуатации, стойкость к окружающей среде или среде эксплуатации (тепло-, термо-, огне-, свето-, химостойкость, радиационная стойкость, степень сохранения свойств матриц при нагреве, выдержке в средах с различной влажностью, после поглощения доз излучения).

Прочностные характеристики материала матрицы являются определяющими при сдвиговых нагрузках, нагружении композита в направлениях, отличных от ориентации волокон, и циклических нагружениях.

Технологические требования определяют метод изготовления изделий из композитов, возможность выполнения конструкций заданных габаритов и формы, параметры технологических процессов, способы входного и технологического контроля, получение предматериала (препреги, премиксы, пресс-материалы, слопреги) и сроки сохранения их технологичности; конструкционные элементы (профили, трубы, листы, объемные заготовки) и способы их переработки в изделия (склеиванием, сплавлением, спеканием, сваркой, механической обработкой и т.д.).

Наполнителем стеклопластика может быть стеклянное волокно,которые формуют из расплавленного неорганического стекла,стеклонити, стекложгуты, стеклоткани различного плетения, волокно из кварца.

В углепластике наполнителем служат углеродные волокна, которые получают из синтетических и природных волокон на основе целлюлозы, сополимеров акрилонитрила, нефтяных и каменноугольных пеков и т.д.

Требования к наполнителям: хорошая смачиваемость жидким полимером; способность совмещаться с полимером с образованием однородной массы (для дисперсных наполнителей);неизменность свойств при хранении и при переработке; минимальная стоимость.

Чем выше необходимые свойства получаемого композита конструкционного назначения, тем более сложный комплекс требований должен выдерживаться при выборе исходных компонентов, без выполнения которых невозможно получение качественных изделий.

Эти требования включают нижеследующие характеристики:   
• должно быть определенное соотношение между механическими свойствами армирующих волокон и матрицы:  
• модуль упругости при растяжении и сдвиге волокон должен быть больше у матрицы;   
• прочность волокон должна быть больше, чем связующего;

•удлинение при разрыве волокон должно быть несколько меньше, чем матрицы;  
• коэффициенты Пуассона для волокон и матрицы желательно иметь достаточно близкими, чтобы при деформации композита на границе волокно – матрица не возникало напряжений, отрывающих их друг от друга и тем самым снижающих адгезию;   
• термические характеристики волокон (температуры плавления или разложения) должны быть выше температур переработки термопластов или отверждения реактопластов.   
Взаимодействие волокон с матрицей должно обеспечивать высокую реализацию механических свойств волокон в армированном материале и его монолитность. Для этого необходимы:   
• хорошая смачиваемость волокон матрицей (связующим);   
• высокая адгезия между волокном и матрицей, характеризуемая сдвиговой прочностью на границе раздела волокно-матрица;   
• отсутствие или минимальное изменение свойств волокон под влиянием компонентов матрицы;   
• релаксация внутренних напряжений в элементарном объеме волокно-матрица при термообработке или под влиянием компонентов связующего.

1. Опишите этапы изготовления изделия из стеклопластика (с нуля).  
   Какой из них можно пропустить и в каком случае?  
   *(опишите этапы и обоснуйте выбор пропуска этапа)*

Существующие [методы изготовления изделий](http://chem21.info/info/1758059) из стеклопластика весьма разнообразны как по применяемым материалам и [технологическим схемам](http://chem21.info/info/24932), так и по используемому оборудованию.

В [технологических процессах производства](http://chem21.info/info/660160) изделий из стеклопластика можно выделить следующие [основные операции](http://chem21.info/info/536222):

подготовка связующих компонентов;

подготовка [армирующей основы](http://chem21.info/info/1745498) (раскрой стеклоткани, подготовка рубленого волокна и т. д.);

совмещение [армирующей основы](http://chem21.info/info/1745498) и связующего;

[формование изделия](http://chem21.info/info/51732);

выдержка его при [заданных условиях](http://chem21.info/info/1476275) (подогрев, поддавливание и др.);

**заключительная обработка изделий** (термическая, механическая; соединение друг с другом методами сварки, склеивания, механической сборки).

В зависимости от методов формовки изделия, точности размеров, точности соблюдения режимов технологических процессов может отсутствовать необходимость механической обработки, например, доведение деталей и изделий до заданных размеров, необходимость удаления заусениц на деталях, а также проведения термической обработки изделий (для стабилизации структуры (завершение кристаллизации), снятия внутренних напряжений, стабилизации формы и размеров).

1. Известно, что можно изготавливать полную матрицу изделия, а можно – разделить ее на блоки. Опишите плюсы и минусы обоих способов.   
   *(опишите подробно)*

**Изготовление матрицы** — ответственный этап производственного процесса и является сложной и ответственной работой, поскольку именно от ее качества зависит и качество будущего изделия.

Выбор полной матрицы или разборной (блочной) определяется такими факторами, как сложность детали, её габариты, тип производства, наличием производственных площадей, технологическими и экономическими соображениями. Например, такую сложную форму, как кузов автомобиля, необходимо разделить на фрагменты, для того, чтобы матрица получилась разборной. Мы ведь не хотим ее резать, вытаскивая деталь? Фрагменты матрицы должны скрепляться между собой, образуя общую внутреннюю поверхность. Для этого по контуру каждого фрагмента матрицы делают отвороты наружу - фланцы. Фланцы соседних фрагментов скрепляют болтами.

1. Почему, при использовании химически отверждаемого связующего для отверждения композита важна температура окружающей среды.   
   Можно ли изменить температуру отверждения?   
   *(обоснуйте ответ)*

Для качественного отверждения композита температура воздуха во время нанесения должна быть примерно 20оС. Низкая температура приведет к образованию пор на поверхности матрицы. При более низкой температуре композитные материалы начинают терять свою пластичность, при более высокой – становятся вязкими, что может привести к преждевременному гелеобразованию и неконтролируемому отверждению.

1. Почему для увеличения скорости отверждения смолы нельзя использовать увеличение количеств катализатора «отвердителя»? Что используется вместо этого?  
   *(обоснуйте ответ, приведите примеры)*

Избыток и недостаток отвердителя в составе смолы негативно отражается на качестве полимера: снижается прочность, устойчивость к нагреванию, сильнодействующим химическим веществам, воде. При недостатке отвердителя изделие становится липким из-за несвязанной смолы. Излишек свободного отвердителя постепенно выделяется на поверхности полимера. Для разных компаундов смола и отверждающий компонент берутся в разной пропорции, что отражено в инструкции.

Самый простой способ ускорения отверждения — повысить температуру реагирующей смеси. Увеличение температуры на 10°С ускоряет процесс в 2-3 раза.

Для ускорения процесса отверждения и уменьшения экзотермического эффекта рекомендуется также пользоваться ускорителями (для эпоксидных смол это третичные амины, меркаптаны, тиоспирты).

На ускорение отверждения некоторых композитов влияют также воздействие света, ультразвука (в стоматологии).

1. В приложении модель самолета, рассчитанная на построение из бальзы. Как вы считаете, можно ли реализовать ее из стекло- или угле- пластика?  
   Какие связующие и наполнители Вы бы использовали?   
   Что, кроме этих композитных материалов Вы бы использовали?   
   *(напишите подробный план работы над самолетом)*

Для изготовления крупногабаритных и высоконагруженных частей и деталей для моделей самолетов часто композиционные материалы, состоящие из «наполнителя» и «связующего». Наполнителем, выполняющим основные силовые функции, обычно является стеклоткань, углеткань или кевлар (материал из синтетических волокон). В качестве связующего выступают эпоксидные или полиэфирные смолы.

Если для изготовления тонких фюзеляжей радиоуправляемых планеров и многих частей свободнолетающих моделей технология выклейки из композиционных материалов является единственно приемлемой (по соображениям прочности), то в остальных случаях, как правило, есть возможность выбора между композитной и бальзовой конструкцией. Если предстоит разовая работа, то, наверное, стоит отдать предпочтение дереву. Тогда общие трудозатраты и вес модели получаться меньше.

В случае же мелкосерийного производства лучше овладеть техникой работы с композитом.

Стеклопластик обладает многими очень ценными свойствами, дающими ему право называться одним из материалов будущего. Плотность стеклопластиков колеблется от 0,4 до 1,8 и в среднем составляет 1,1 г/см3, что среднем в два раза меньше, чем у дуралюмина, одного из наиболее легкого сплава, применяемого в технике (плотность дуралюмина составляет 2,8 г/см3).

Основными преимуществами углепластиков по сравнению со стеклопластиками является их низкая плотность и более высокий модуль упругости, углепластики – очень легкие и, в то же время, прочные материалы. Углеродные волокна и углепластики имеют практически нулевой коэффициент линейного расширения.

Для изготовления моделей самолётов можно использовать и пенопласт (пенополистирол).

Процесс изготовления авиамоделей можно разделить примерно на такие этапы:  
1. Заготовка необходимых материалов

2. Изготовление шаблонов и стапелей  
3. Изготовление различных механизмов и инструментов, необходимых для изготовления деталей и сборкимодели  
4. Изготовление таких деталей и узлов, как шпангоуты фюзеляжа, стрингеры, лонжероны крыла, оперения и кромки, нервюры крыла и оперения, узлы различных креплений и другие детали, которые можно изготовить до сборки той или иной части модели  
5. Сборка отдельных частей модели (фюзеляж, крыло, оперение) и частичная их обшивка  
6. Установка двигателя

7. Окончательная обтяжка и оклейка модели  
8. Проверка действия управления рулями. Подготовка поверхности к окраске  
9. Окраска и нанесение знаков с последующим закреплением и доводкой поверхности

План работы над предлагаемой моделью самолета из бальзы

1.Изготовление крыла, состоящего из двух симметричных консолей, каждая из них имеет по 6 нервюр (ребер) и одну центральную, 3 лонжерона.

Для нервюр используется лист средней бальзы толщиной 1/16"(1,59 мм).

Для крепления мотора Jetex 100вырезается панель из твёрдой бальзы1/8"(3,18 мм)размером 1/4"х1/8" (6,35х3,18 мм).

Для лонжеронов А, В,С используется средняя бальза 3/32" (2,38 мм).

* 1. Создать эскиз (схему) крыла согласно плану.
  2. Вырезать детали крыла (нервюры, лонжероны, детали для крепления мотора).
  3. Установить ребра (нервюры) на лонжероны, приклеить (можно модельным циакрином).
  4. Вырезать полосы 1/16"х 3/32"(1,59х2,38мм) для верхних поверхностей рёбер, используя мягкую бальзу. Вырезать их соответствующей длины, не забывая при этом оставить дополнительную длину, учитывая искривление рёбер.
  5. Вырезать крепление для двигателя из твёрдой бальзы 1/8" и закрепите согласно плану, затем прочно закрепить в положении (R.1) центральное ребро.
  6. Отрезать и установить 2 панели1/4" х 1/8"из твёрдой бальзы, прикрепив их к каждой стороне R1 на вершине крепления мотора. Затем прикрепить на место все внутренние поверхности рёбер, используя среднюю бальзу 1/16"х 3/32"(1,59х2,38мм). Концы этих полосок присоединяются встык к передней и задней частям (кромкам).
  7. Закончив одну половину крыла, сделать то же самое с другой половиной. Убедиться, что все соединения хорошо высохли, прежде чем продолжать дальше. Начав от центра, согнуть каждую полоску, прикрепляя её к лонжерону в месте соединения, и окончательно закрепить на задней кромке. Возможно, понадобится пропарить полоску, чтобы дополнительно скрепить край ребра, хотя можно это и не делать, а использовать более лёгкий вид бальзы.

2.Фюзеляж

Фюзеляжобразован пластинами силовой обшивки, вырезанными из твердой бальзы1/16". Задающих форму шпангоутов – 5.

2.1. Положив крыло на строительный стол, вырежьте фюзеляжную горизонтальную опору из листа средней бальзы 1/16"и прикрепить к задней части. Сделать то же самое с верхней половиной фюзеляжной вертикальной опоры (стойки).

2.2. Сделать и установить переднюю перемычку и завершить, установив распорки (прокладки), вырезанные из бальзы 1/4"х 1/16".

2.3. Установить всё аккуратно, затем убрать все со строительного стола (стапеля) и закончить нижнюю часть фюзеляжа, которая строится аналогично верхней.

2.4. Затем весь фюзеляж покрывается листом1/32" (0,79 мм), который может состоять из четырёх кусков.

2.5. Теперь следует сделать и установить элевоны (т.е. это комбинация из элерона и руля высоты) из листа бальзы 1/16", используя алюминиевые шарниры (петли). На прототипе были установлены шарниры (петли), вырезанные из алюминиевого контейнера хорошо известной зубной пасты и оказались идеальными.

2.6.Теперь модель следует покрыть легковесной бумагой Modelspan, сбрызнуть водой и покрыть аэролаком, затем придавить, пока хорошо не высохнет.

3. Хвост

Он строится из полоски бальзы 1/8" х 1/16" и не нуждается в объяснении. Сбрызгнуть водным спреем, покрыть легковесной Modelspan, но не придавливать.

Два верхних и нижних ребра (киля) вырезают из бальзы 1/16" по направлению древесного волокна вертикально. Отделочная вкладка устанавливается только как показано на плане. Прикрепить к рёбрам как показано, убедившись, что они вертикальные, а не смещены в другом направлении. Затем устанавливается из листа 1/32" хвостовая платформа и затем завершается закреплением заклепок с внутренней стороны платформы и рёбер. Лопасти и фюзеляж должны быть покрыты легковесной Modelspan. Это придаёт значительную прочность и добавит очень маленький вес.

1. Отладка

Модель должна сохранять равновесие, как показано на плане. Проверить все возможные перекосы, так как модели Jetex в общем и Delta в частности сильно подвержены перекосам из-за их ускорения и высокой скорости. Установить элевоны приблизительно на высоту 3/8" (9,53 мм), убедившись, что оба идентичны. Сместите крепёжный зажим на 5 градусов в одну сторону и слегка поверните в обратную сторону отделочную вкладку (триммер) Протестируйте скольжение (планирующий спуск) в спокойных условиях, с пустым мотором Jetex 100. Тестируйте скольжение до тех пор, пока не достигните удовлетворяющего результата, отрегулировав элевоны. Производите регулировку осторожно, так как элевоны очень чувствительны. Когда вы отрегулировали, слегка закрепите элевоны в этом положении. Произведите несколько первых полётов с двигателем на полузагрузке (на полуоборотах) и нацельте на быстрый крутой подъём прямо или с небольшим поворотом в направлении линии тяги. Может быть понадобится немного тяги вниз.

Заключение: не забудьте приклеить асбестовую бумагу на обшивку возле реактивного двигателя. Сами по себе газы не несут существенного вреда, но у автора однажды произошёл случай, когда кусок раскалённого фитиля вылетел из реактивного двигателя и врезался в обшивку.

Характеристики используемых материалов при постройки модели самолета:

1. Одна из известнейших английских фирм (Solarbo) четко классифицирует сорта бальзовых пластин, поставляемых ею на мировой рынок. Согласно официально опубликованным данным, твердая бальза имеет плотность от 0,18 до 0,22 г/см3, средняя бальза - в пределах от 0,15 до 0,17 г/см3, а легкая бальза -от 0,12 до 0,14 г/см3.

2.Теперь несколько слов о длинноволокнистой бумаге Modelspan (издавна широко распространенной за рубежом) Она делится на два типа. «Толстая» бумага обладает плотностью 0,25 г/дм2, а «тонкой» соответствует значение 0,12 г/дм2. В обоих примерах сведения, конечно, относятся к еще не пропитанной лаками бумаге. Все приведенные здесь данные были в свое время опубликованы в английском журнале Aeromodeller.

Для справки: отечественная длинноволокнистая микалентная бумага в среднем характеризуется плотностью 0,19 г/дм2. Таким образом, можно использовать привычную микалентную бумагу для обтяжки всего планера, а на консолях крыла и стабилизаторе класть ее в два слоя на лобике профиля (от передней кромки до лонжерона).

Про размеры. Знак " означает дюйм. 1 дюйм = 1 inch = 1 in. = 1" =2,54 см = 25,4 мм

2" = 50,8 мм

3/8" = 9,53 мм

1/4" = 6,35 мм

1/8" = 3,18 мм

3/32" = 2,38 мм

1/16" = 1,59 мм

1/32" = 0,79 мм