

ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1. Дайте определения следующим основным конструктивным параметрам ДВС и некоторым основным понятиям: • полный объем цилиндра; • рабочий объем цилиндра; • объем камеры сгорания (КС) • степень сжатия; • мёртвые точки КШМ; • верхняя мёртвая точка (ВМТ); • нижняя мёртвая точка (НМТ); • ход поршня (как он связан с радиусом кривошипа?); • фазы газораспределения (ФГР) (укажите их назначение).
- 1.2. Перечислите основные отличительные признаки: • двигателя с искровым зажиганием (ДсИЗ); • двигателя Дизеля. • Какими конструктивными параметрами отличается дизель от ДсИЗ?
- 1.3. Каким показателем оценивается состав смеси в ДВС? дайте его определение. Укажите пределы его численного значения для ДсИЗ и для дизеля. Чем определяется выбор численного значения этого показателя на номинальном режиме (на примере Вашего проекта)?
- 1.4. Какой основной показатель оценивает: • качество процесса наполнения ДВС; • качество очистки цилиндра ДВС от отработавших газов? • дайте их определения.
- 1.5. Перечислите процессы и такты ДВС. Объясните их назначение и покажите их на индикаторной диаграмме. • В чем разница в понятиях “такт” и “процесс” применительно к действительному циклу ДВС? Как соотносятся между собой такты и процессы ДВС?
- 1.6. Какие способы регулирования мощности в **основном** используются в ДсИЗ и в дизелях? Каким образом они реализуются?

2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПАРАМЕТРЫ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВС (основные определения)

Дайте определение следующих понятий: • среднее индикаторное и среднее эффективное давление; • удельный индикаторный и удельный эффективный расход топлива; • высшая и низшая теплота сгорания топлива; • стехиометрическое соотношение; • коэффициент избытка воздуха; • индикаторная и эффективная работа; • индикаторная и эффективная мощность; • индикаторный и эффективный крутящий момент; • индикаторный, эффективный и механический КПД; • коэффициент наполнения; • коэффициент остаточных газов; • среднее давление механических потерь; • литровая мощность.

3. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПАРАМЕТРЫ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВС (физический смысл)

- 3.1. Какие показатели характеризуют экономичность и работоспособность действительного цикла двигателя?
- 3.2. Какие виды потерь учитывает индикаторный КПД в четырёхтактном двигателе? Какие виды потерь учитывает эффективный КПД?
- 3.3. Какие составляющие включает в себя понятие “механические или внутренние потери”? Как можно их уменьшить?
- 3.4. Что такое индикаторная работа двигателя за цикл? • Покажите ее графическую интерпретацию на индикаторной диаграмме. • Как определить среднее индикаторное давление по индикаторной диаграмме?
- 3.5. Покажите на индикаторной диаграмме работу, затрачиваемую на газообмен за один цикл. Какой КПД и почему учитывает эти затраты в четырёхтактном ДВС?
- 3.6. Когда начинают открываться и закрываются относительно мёртвых точек впускной и выпускной клапаны? Покажите эти моменты на индикаторной диаграмме. • Чем вызывается необходимость опережения открытия и запаздывания закрытия впускных и выпускных клапанов? Объясните физическую сущность явлений, которые при этом происходят.
- 3.7. Когда основная часть отработавших газов покидает цилиндр 4-тактного ДВС? Почему? Покажите этот участок на индикаторной диаграмме.
- 3.8. • Когда основная часть свежего заряда поступает в цилиндр 4-тактного ДВС? Покажите этот участок на индикаторной диаграмме. Под действием чего это происходит? • Что такое явление

дозарядки и обратного выброса? Какими причинами они вызываются? Какие факторы на них влияют?

3.9. • Как отличаются фазы газораспределения быстроходных и тихоходных двигателей? • Как отражается влияние принятых фаз газораспределения на коэффициент наполнения на различных скоростных режимах? • Какие способы повышения наполнения в современных ДВС Вы знаете? • Чем конкретно обеспечивается высокое наполнение данного проектируемого двигателя?

3.10. Назначение процесса сжатия. • Чем определяется (ограничивается) выбор величины степени сжатия для ДсИЗ? На какие выходные показатели ДВС влияет величина степени сжатия? • Чем определяется (ограничивается) выбор величины степени сжатия для дизелей? • Почему величина степени сжатия для дизелей выше, чем у ДсИЗ? • На какие выходные показатели ДВС влияет величина степени сжатия? Приведите обоснование выбора степени сжатия для Вашего двигателя.

3.11. Какой тип камеры сгорания используется в проектируемом ДсИЗ? В чём её преимущества? • Какие способы улучшения смесеобразования в современном ДсИЗ Вы знаете?

3.8. Какой тип камеры сгорания и способ смесеобразования используется в проектируемом дизеле? В чём его преимущества и недостатки?

4. КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ДВИГАТЕЛЯ

4.1. Объясните способ разворачивания индикаторной диаграммы по углу поворота коленчатого вала. Что такое «поправка Брикса»? В чём причина её появления? Что она учитывает?

4.2. Силы и моменты, действующие в КШМ.

4.2.1. • Какие силы действуют в КШМ? • Какие силы инерции действуют в КШМ и чем они создаются? • Что такое «силы инерции 1-го и 2-го порядка»? Чем они создаются (массами каких деталей) и чем они характеризуются? • Массы каких деталей создают центробежные силы инерции, действующие на шатунную и коренную шейки коленчатого вала? • Покажите на развёрнутой индикаторной диаграмме моменты цикла, в которых сила инерции возвратно-поступательно движущихся масс равна 1) силе инерции 1-го порядка; 2) силе инерции 2-го порядка. • Какие силы действуют на силовые шпильки (болты) головки блока цилиндров? • Какие силы передаются на внешние опоры двигателя? • Чем создаётся крутящий и опрокидывающий моменты? Покажите пары сил. На что они действуют?

4.2.2. Покажите на развёрнутой индикаторной диаграмме и диаграмме суммарной силы максимальную силу, которая: • растягивает силовые шпильки (болты) головки блока цилиндров; • растягивает и сжимает стержень шатуна; • нагружает шатунные болты (примерно); • нагружает верхнюю половину бобышек поршня и нижнюю половину поршневой головки шатуна; • нагружает нижнюю половину бобышек поршня и верхнюю половину поршневой головки шатуна. Как изменяются эти силы в зависимости от режима работы двигателя?

4.2.3. Как строится диаграмма нагрузки на шатунную шейку? Зачем это нужно?

4.2.4. Как строится диаграмма суммарного крутящего момента? • Как, пользуясь методикой построения этой диаграммы, найти момент, действующий на промежуточные коренные шейки в заданные моменты цикла?

4.3. Уравновешивание ДВС. • Что такое уравновешенный двигатель? Какие силы должны уравновешиваться в поршневом ДВС? В чём состоит принцип уравновешивания поршневого ДВС? • Какие допущения принимаются при анализе уравновешенности ДВС? За счет, каких конструктивных решений осуществляется уравновешивание в многоцилиндровых ДВС?

Проанализируйте уравновешенность Вашего двигателя. Каким образом в этих двигателях уравновешиваются: • центробежные силы инерции и моменты от этих сил? • силы инерции 1-го и 2-го порядков и моменты от этих сил? • В чём заключается назначение противовесов в данном двигателе?

4.4. Неравномерность хода ДВС. • Почему при постоянной внешней нагрузке происходят колебания мгновенной угловой скорости коленчатого вала (КВ)? В чём причина этого явления? • Что такое неравномерность крутящего момента? От чего она зависит и каким показателем она оценивается? • На что влияет неравномерность частоты вращения коленчатого вала? От чего она зависит и каким показателем она оценивается? • Объясните назначение маховика.

5. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ

Перечислите основные элементы кривошипно-шатунного механизма (КШМ) и объясните их назначение.

5.1. Неподвижные детали КШМ.

• К каким узлам конструкции блок-картера предъявляется требование высокой жёсткости? Чем это объясняется? Какими методами обеспечивается жёсткость? • Какими силами нагружается газовый стык? Какие из этих сил создают переменную составляющую? В какой части цикла она максимальна? • Как деформируются детали, составляющие газовый стык, и на что это влияет? • Как определяется сила, растягивающая шпильку, и сила, разгружающая газовый стык? • Перечислите способы повышения надёжности газового стыка. • В чём преимущества и недостатки коротких и длинных силовых шпилек или болтов? • Как осуществляется расчёт силовых шпилек головки блока цилиндров? • Что такое коэффициент основной нагрузки резьбового соединения и на что он влияет?

5.2. Поршневая группа. • Назначение и условия работы поршня. Требования к материалу поршней. • Что такое «холодные стуки» поршня? Почему они появляются и каким(и) конструктивным(и) способом(ами) они устраняются? • Каким конструктивным мероприятием уменьшается работа трения между юбкой поршня и гильзой цилиндра? • Почему теплонапряжённость поршней дизелей выше теплонапряжённости поршней ДсИЗ? Какие конструктивные мероприятия предпринимаются для её снижения и для защиты некоторых деталей?

• Приведите конструктивные отличия, достоинства и недостатки поршневых пальцев плавающего и заземлённого типа. Способ их осевой фиксации и особенности сборки. • Что такое «горячие стуки» заземлённых пальцев? Как они устраняются? • Какие виды напряжений испытывают поршневые пальцы? Какие силы на них действуют? В какой части цикла? • На какие виды нагрузок рассчитывается поршневой палец?

• Условия работы поршневых колец. Требования к их материалам и конструкции. Какими силами компрессионное кольцо прижимается к стенкам цилиндра? Какой профиль и почему применяется в компрессионных кольцах? Что такое кольца «торсионного» типа? • Как работают трапециевидные кольца и в каких двигателях и почему они используются? • Покрытия поршневых колец. • Объясните принцип работы маслосъёмного кольца. Для чего в их конструкции используются радиальные, тангенциальные и осевые расширители? На какие виды нагрузок рассчитываются поршневые кольца?

5.3. Шатунная группа. • Какие виды напряжений испытывает поршневая головка шатуна? Каким образом производится её расчёт? • С какой целью сечение стержня шатуна выполняется в виде двутавра с полками, перпендикулярными плоскости качания? • Какие силы нагружают стержень шатуна? Какие виды напряжений и в какой части цикла испытывает стержень шатуна? • В каких случаях и с какой целью применяются кривошипные головки с косым разъёмом? Способы фиксации от боковых смещений крышки кривошипной головки шатуна. • Какие виды напряжений и в какой части цикла испытывают шатунные болты? Укажите особенности их конструкции.

5.4. Подшипники. • Почему в ДВС в основном применяются подшипники скольжения? В чём их преимущества и недостатки? Как они устроены? • В какие или на какие элементы двигателя устанавливаются шатунные и коренные подшипники? • Как они фиксируются от проворачивания? • Какой вид трения имеет место в этих подшипниках при работе двигателя? Объясните механизм его возникновения. • Для чего необходим антифрикционный подслои подшипников скольжения? С какой стороны он наносится?

5.5. Коленчатый вал. • Назовите и покажите основные элементы коленчатого вала (КВ). Укажите их назначение. • По каким соображениям выбирается взаимное расположение колен КВ в многоцилиндровых ДВС? • Каким образом осуществляется фиксация КВ от осевых перемещений? Что является источником осевых усилий? • Назначение противовесов. • Что такое «крутильные колебания» КВ? Чем они вызываются? Какие виды крутильных колебаний Вы знаете? • В каком случае крутильные колебания опасны для двигателя? Каковы их последствия? Как можно уменьшить опасность крутильных колебаний? Какое устройство применяется для этой цели и в

чём принцип его действия? • В чём преимущества коленчатых валов, изготовленных из чугуна? • Укажите назначение маховика. Поясните способ его крепления.

6. ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ

Перечислите основные элементы газораспределительного механизма (ГРМ) и объясните их назначение.

6.1. • Какие варианты расположения клапанов в двухклапанных ГРМ Вы знаете? При каких типах камер сгорания (в ДсИЗ) они используются? • К каким конструктивным преимуществам приводит применение четырёх клапанов в одном цилиндре? • Какие варианты расположения одноимённых клапанов в четырёхклапанных ГРМ вы знаете? В чём их преимущества и недостатки?

6.2. В чём заключаются преимущества и недостатки: • нижнего и верхнего расположения распределительного вала при верхнеклапанном ГРМ; • шестерённого и цепного приводов верхнего распределительного вала? • Какие конструктивные мероприятия применяются для уменьшения изгиба клапанов при верхнем распределительном вале? • Какими мерами обеспечивается согласование положения распределительного и коленчатого валов?

6.3. • для чего нужен тепловой зазор в ГРМ? Как он изменяется по мере прогрева двигателя при верхнем и нижнем расположении распределительного вала? • Как влияет увеличение теплового зазора на фазы газораспределения? Как регулируется тепловой зазор в верхнеклапанном ДВС с нижним и верхним расположением распределительного вала (вариант без промежуточного коромысла)? • Какое конструктивное решение позволяет исключить тепловой зазор на различных режимах работы двигателя?

6.4. Рассмотрите конструктивные отличия впускного и выпускного клапанов, Объясните их причины. Какие меры принимаются для охлаждения выпускных клапанов и предохранения их стержней от воздействия отработавших газов?

6.5. • Каким образом, как правило, происходит фиксация пружины на стержне клапана? В чём назначение пружины? Какие силы на неё действуют в различных стадиях положения кулачка? Каким образом производится расчёт её предельного усилия и какие нагрузки при этом учитываются? Из каких соображений определяется сила предварительной затяжки пружины и какие нагрузки при этом учитываются?

7. СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА

7.1. • Объясните, как возникает режим надёжного жидкостного трения в подшипниках скольжения коленчатого вала. Какие факторы определяют величину гидродинамической подъёмной силы?

7.2. • Какие виды подачи масла под давлением Вы знаете? В каких узлах трения они применяются? • Куда поступает масло после прохождения коренных или шатунных подшипников коленчатого вала?

• В каких сопряжённых элементах имеет место граничное трение?

• Как осуществляется смазывание стенок цилиндров, поршневого пальца, наконечников клапанов и шестерен привода распределительного вала?

7.3. • Объясните принцип действия масляного насоса с внешним зацеплением. Из каких элементов он состоит? Как происходит подача масла? Объясните принцип действия масляного насоса с внутренним зацеплением. В чём его преимущества? • Для какой цели необходим редукционный клапан? Как он работает? Как изменяется по мере износа двигателя количество масла, перепускаемого редукционным клапаном? • Для чего необходим перепускной клапан? Где он устанавливается? Куда поступает масло после перепускного клапана? • С какой целью применяются двухсекционные масляные насосы? Перечислите стадии расчёта масляного насоса.

7.4. Поясните принцип действия шестерённого насоса с внутренним зацеплением. В чём его преимущество перед шестерённым насосом внешнего зацепления? С какой целью в конструкции такого насоса выполнен серповидный выступ?

8. СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

- В чём заключаются преимущества и недостатки жидкостной системы охлаждения по сравнению с воздушной?
- Сравните воду и низкозамерзающие жидкости (НЗЖ) по своим теплофизическим свойствам (3). Какие изменения должны быть внесены в систему охлаждения, предназначенную для постоянного использования НЗЖ (3)? • Что такое “термосифонная” система охлаждения? В чём её недостатки? Где она может применяться? Какие узлы ДВС могут охлаждаться с использованием элементов такой системы? • В чём преимущества системы охлаждения с принудительной циркуляцией? • Что такое “смешанная” система охлаждения? • В чём заключается основное достоинство закрытых систем охлаждения? Какие элементы имеются в пробке радиатора или в пробке расширительного бачка? Какие функции они выполняют?
- Куда поступает охлаждающая жидкость сразу после выхода из жидкостного насоса, и к каким элементам она направляется в первую очередь? • Каким способом осуществляется равномерное распределение охлаждающей жидкости между цилиндрами и интенсивный отвод теплоты от наиболее нагретых частей двигателя?
- За счёт чего происходит охлаждение нижнего пояса цилиндров? • Какой тип жидкостного насоса применяется в ДВС? В чём заключается принцип его работы? В чём его преимущества? • Для чего предназначен расширительный бачок? Где он размещается и каким образом он включён в систему охлаждения? В каких случаях его применение является обязательным? • Для чего служит термостат? В каком месте системы охлаждения он устанавливается? Объясните принцип работы одно- и двухклапанных термостатов. • Назовите и сравните способы регулирования производительности воздушного тракта системы охлаждения. • Из каких элементов состоит радиатор? Как они соединены между собой? С какими элементами системы охлаждения соединён радиатор? • Как организовано взаимное направление теплоносителей в радиаторах ДВС? Какими показателями характеризуется совершенство радиаторов? • Какие типы теплопередающих поверхностей применяются в радиаторах ДВС? В чём их достоинства и недостатки?