

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт транспорта и логистики
Кафедра подъемно-транспортной техники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института транспорта и логистики
Быкадоров В.В.
« 26 » 02 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

Техническая диагностика подъемно-транспортных строительных, дорожных
машин и оборудования

(наименование учебной дисциплины, практики)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные
средства и оборудование»

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчики:

доцент _____ А.В. Шовкопляс

ст. преп. _____ П.Н. Рекиян

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры подъемно-транспортной техники
от « 11 » 02 2025 г., протокол № 5
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой _____ В.А. Коструб
(подпись)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Техническая диагностика подъемно-транспортных строительных,
дорожных машин и оборудования»**

Задание закрытого типа

Задание закрытого типа на выбор правильного ответа

Прочитайте текст, выберите один правильный ответ

1. Техническая диагностика это:

А) Отрасль научно-технических знаний, сущность которой составляют теория, методы и средства обнаружения и поиска дефектов в объектах технической природы.

Б) Состояние объекта в определенный момент времени, в определенных условиях внешней среды, которое характеризуется значениями параметров, установленных техническими и эксплуатационными документами на объект.

В) Экспериментальное определение количественных и качественных характеристик объекта.

Правильный ответ: А

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

2. Дефект это:

А) Дефект поверхности, представляющий собой пологое углубление без нарушения сплошности элемента.

Б) Каждое отдельное, несоответствие элемента объекта, не предусмотренное конструкторско-технологической документацией.

В) Состояние элемента объекта, при котором он не способен выполнять хотя бы одну из своих функций.

Правильный ответ: Б

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

3. Поверхностный дефект это:

А) Нарушение исправного состояния элемента объекта, когда сохраняется его работоспособность.

Б) Дефект в виде пустоты, образованный выделяющимися из металла или внедрившимися в металл газами.

В) Каждое отдельное несоответствие элемента объекта, которое выходит на поверхность (трещины, коррозионные и эрозионные поражения, деформированные участки, внешние износы элементов, коробления, провисания, механические повреждения, отклонения от первоначальных положений и т. п.).

Правильный ответ: В

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

4. Изнашивание деталей машин это:

А) Процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела или накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы тела.

Б) Предельный уровень работоспособности машины характеризуется влияниями параметров, при которых дальнейшая ее эксплуатация должна быть прекращена.

В) Возникает в узких полостях различных соединений и определяется химическими и электрохимическими процессами из-за скопления влаги и растворов различных солей. В результате возникают распирающие усилия из-за увеличения объема окисленных слоев металла.

Правильный ответ: А

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

5. Что представляет собой кавитационное изнашивание?

А) Механическое изнашивание соприкасающихся тел при колебательном микросмещении.

Б) Образуется при высоких локальных давлениях или температурах, возникающих вследствие разрыва пузырьков газа вблизи поверхности твердого тела при его движении относительно жидкости.

В) Изнашивание появляется в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока через объект.

Правильный ответ: Б

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа

6. Какие параметры являются важнейшим этапом диагностирования?

А) Важнейшим этапом процесса диагностирования является постановка диагноза. Общая оценка работоспособности диагностируемого объекта в целом производится по выходным параметрам, на основании которых ставится общий диагноз «работоспособен» или «неработоспособен» («да», «нет»).

Б) Предельное значение параметра, диагностируемого объекта не достигается в процессе эксплуатации при значениях $t_{оцм}$ превышающих наработку до очередного контролируемого мероприятия, включая и значение абсолютной ошибки прогнозирования

В) В момент контроля технического состояния машины или сборочной единицы определяется фактическое значение параметра I_1 и сравнивается с допустимым значением

Г) Постановка диагноза при оценке работоспособности по нескольким диагностическим параметрам проводится на основе установленных связей между неисправностями и используемыми диагностическими параметрами. Для реализации этой задачи на практике широко используются диагностические матрицы

Д) оценивают параметры по затратам на диагностирование, предпочтение отдается разработке процессов диагностирования с минимальными удельными

приведенными затратами.

Правильный ответ: А, Г

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

7. Что позволяет оценивать субъективные методы при техническом диагностировании?

А) Позволяют оценивать техническое состояние контролируемого объекта: визуальным осмотром (выявляют места подтекания топлива, масла и технических жидкостей, определяют их качество по пятну на фильтровальной бумаге; устанавливают наличие трещин на металлоконструкции, деформацию шин и остаточную деформацию металлоконструкции.

Б) С его помощью можно определить величину структурного параметра и экономическую целесообразность дальнейшей эксплуатации диагностируемого объекта.

В) Позволяет оценивать диагностические параметры через усилия на рабочем органе, двигателе или крюке.

Г) Позволяют оценивать заметную на глаз усадку штока силового цилиндра при нейтральной позиции рукоятки золотника распределителя, вспенивание жидкости, цвет выхлопных газов и т.д.); вслушиванием (характер шумов, стуков и вибрации); по степени нагрева механизмов и трубопроводов («на ощупь»); по характерному запаху.

Д) Позволяет проводить непосредственные замеры электрических параметров (мощности, силы тока, напряжения, сопротивления и др.). Этот метод широко используется при оценке работоспособности электрических приводов и металлоконструкции ПТСДМ.

Правильный ответ: А, Д

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

8. Ультразвуковой метод контроля металлоконструкций.

А) Ультразвуковой метод основывается на измерении распределения потенциалов на поверхности диагностируемого объекта, через который пропускают ток.

Б) Ультразвуковой метод дает возможность регистрировать искательной катушкой аномалии магнитного поля рассеивания между полюсами электромагнита переменного тока частотой не более 50 Гц.

В) Ультразвуковой метод основывается на регистрации упругих волн, возбуждаемых в диагностируемом объекте.

Г) Ультразвуковой метод позволяет эффективно выявлять трещины с раскрытием более 1 мкм, длиной более 0,5 мм и глубиной от 10 мкм до 2 мм.

Д) Ультразвуковой метод применяется для диагностирования металлоконструкций. Наиболее широкое применение получил эхо-метод. С помощью пьезоэлектрических преобразователей ультразвуковые импульсы посылаются с поверхности в металлоконструкцию. Отражение этих импульсов от внутренних дефектов и обратной стороны объекта позволяет определять трещины и раковины в материале.

Правильный ответ: В, Д

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

9. Что проверяют на первом этапе диагностирования барабанов лебедки.

А) На первом этапе диагностирования барабанов проверяют измеряют износ ручья по профилю и срез или износ гребня канавки.

Б) На первом этапе диагностирования барабанов проверяют наличие трещин желоба и реборд, а также обломов и сколов реборд.

В) На первом этапе диагностирования барабанов проверяют надежность крепления концов каната к барабану, которое может быть выполнено накладками на поверхности обечайки с помощью клина и прижимными планками на торцовой стенке.

Г) На первом этапе диагностирования барабанов проверяют измерение износа ручья блока по отношению к первоначальному радиусу ручья, а также измерение износа реборды по толщине.

Д) На первом этапе диагностирования барабанов проверяют число прижимных планок или накладок (должно быть не менее двух). Количество запасных витков на барабане проверяют при наименьшем возможном положении грузозахватного органа. При этом на барабане должны оставаться навитыми не менее 1,5 витка, не считая витков, находящихся под зажимным устройством.

Правильный ответ: В, Д

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

10. Нормы твердости металла поверхности катания и реборд ходовых колес и глубина закаленного слоя.

А) Твердость поверхности катания и реборд должна быть от 420 до 590 НВ.

Б) Твердость поверхности катания и реборд должна быть от 320 до 390 НВ.

В) Глубина закаленного слоя должна быть не менее значений, указанных в таблице, в зависимости от глубины закалки и от диаметра ходовых колес

Диаметр, мм	200..250	320	400..500	630..710	800..900	1000
Глубина закаленного	10	15	20	25	30	40

Г) Твердость поверхности катания и реборд должна быть от 720 до 990 НВ.

Д) Глубина закаленного слоя должна быть не менее значений, указанных в таблице, в зависимости от глубины закалки и от диаметра ходовых колес

Диаметр, мм	200	370	400..500	630..710	800..900	1000
Глубина закаленного	19	25	40	45	70	90

Правильный ответ: Д

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Основные понятия технической диагностики

Выполняемая задача

Показатель соответствия

1) Техническая диагностика

А) Распознавание состояния технической системы в условиях ограниченной информации

2) Цель технической диагностики

Б) Повышение надежности и ресурса технических систем

3) Основная задача технической диагностики

В) Отрасль научно-технических знаний о распознавании состояния технической системы.

4) Под дефектом понимают

Г) Любое несоответствие свойств объекта заданным параметрам нормативно-технической документации.

Д) Устройство, информирующее о состоянии объекта технического осмотра

Правильный ответ

1	2	3	4
В	Б	А	Г

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

2. Основы классификации отказов грузоподъемных кранов и оборудования

Выполняемая задача

Показатель соответствия

1) Внезапный отказ

А) Отказ, возникший в результате нарушения установленных правил или условий эксплуатации объекта.

2) Постепенные отказы

Б) Возникает при скачкообразном изменении одного или нескольких параметров объекта., определяющих его качество.

3) Зависимые отказы

В) Происходят в следствие постепенного изменения одного или нескольких параметров объекта.

4) Эксплуатационный отказ Г) Происходят вследствие отказа другой детали.

Д) Объект технической диагностики подвергается различным нагрузкам работы.

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	В	Г	А

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

3. Какие основные цели статических испытаний грузоподъемных машин и оборудования.

Выполняемая задача

Показатель соответствия

- | | |
|--|--|
| 1) Измерение механических свойств | А) Проверка режимов работы (пуск, торможение механизмов передвижения и опускания груза крана), испытание контрольным грузом на грузоподъемность и удержание груза. |
| 2) Проверка характеристик | Б) Оценка прочности, жесткости и деформации компонентов технического объекта диагностирования при постоянной и переменной нагрузках. |
| 3) Испытания объекта при технической диагностике | В) Оценка тепловых характеристик объекта при постоянной нагрузке. |
| 4) Испытания технических параметров объекта диагностирования | Г) Измерение параметров для выявления дефектов и других проблем объекта обследования. |

Д) Анализ определения характеристик технического состояния обследования объекта при различных режимах работы.

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	Г	Д	А

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо

1. Техническое диагностирование грузоподъемных кранов включает следующие виды работ

А) оформление результатов технического диагностирования.

Б) оценку остаточного ресурса (при необходимости);

В) определение фактической группы работы грузоподъемных кранов;

Г) составление ведомости дефектов;

Д) проверку состояния механизмов, канатно-блочных систем и других узлов;

Е) проверку состояния электрического и гидрооборудования;

Ж) проверку состояния приборов и устройств безопасности;

З) проверку состояния кранового пути (для кранов и тележек, передвигающихся по рельсам);

И) проверку химического состава и механических свойств металла несущих элементов металлических конструкций (при необходимости);

К) проверку состояния металлических конструкций кранов и их соединений;

Л) статические и динамические испытания грузоподъемных кранов;

М) анализ условий эксплуатации грузоподъемных кранов;

Н) ознакомление с эксплуатационной и технической документацией на грузоподъемные краны, представленной их владельцами;

О) проверку выполненных владельцами грузоподъемных кранов работ.

Правильный ответ: О, Н, М, Л, Д, Е, Ж, З, И, К

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

2. Процесс определения остаточного ресурса включает в себя следующие этапы:

А) анализ технической документации - установление номенклатуры технических параметров, предельных состояний, выявление наиболее вероятных отказов и повреждений, а также элементов конструкций и ее участков, рост поврежденности в которых и их дефектность могут привести к ресурсному отказу;

Б) уточнение расчетов и экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния и характеристик материалов - получение дополнительной (а также отсутствующих в технической документации) информации о номинальных и местных напряжениях и деформациях с учетом фактических свойств материалов, необходимой для установления механизмов повреждений и (или) расчетов остаточного ресурса (уточненные расчеты должны проводиться с учетом всех режимов и действующих нагрузок за период эксплуатации, а также возможного изменения характеристик материалов).

В) анализ повреждений и параметров технического состояния, проводимого на основании полученных данных при рассмотрении технической документации, оперативной диагностике и экспертном обследовании;

Г) экспертное обследование - получение информации о реальном техническом объекте, наличии в нем повреждений, выявлении причин механизмов их возникновения и развития (визуальный контроль, промеры, дефектоскопия, механические испытания, металлография);

Д) установление текущего технического состояния объекта (уровня и механизмов повреждения, фактической нагруженности, необходимых для прогнозирования развития этого состояния), оценку фактической нагруженности основных элементов конструкции объектов, заключения о необходимости дальнейших уточненных расчетов и экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния и характеристик материалов;

Е) оперативная диагностика - получение данных о техническом состоянии обследуемого объекта, его технологических параметрах, об условиях взаимодействия с окружающей средой;

Правильный ответ: Б, А, Е, В, Г, Д

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

3. Контроль магнитопорошковым методом включает следующие операции:

А) Размагничивание,

Б) Отбраковка деталей,

В) Осмотр детали на наличие нарушений сплошности (снятие дефектограммы),

Г) Нанесение магнитной суспензии (при работе СПП нанесение суспензии осуществляется одновременно с ее намагничиванием),

Д) Намагничивание детали,

Е) Помещение детали в дефектоскоп или подвод к ней тока, установка на деталь электромагнита,

Ж) Подготовка поверхности к контролю.

Правильный ответ: Ж, Е, Д, Г, В, Б, А

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

4. Размагничивание может проводится следующими способами:

А) Уменьшением до нуля тока в соленоиде переменного тока со вставленной в него размагничиваемой деталью. Длина соленоида должна быть больше длины детали.

Б) Медленным продвижением детали через соленоид, питаемый током промышленной частоты (50 Гц). Деталь удаляют на расстояние не менее 1 м от катушки с поворотом детали в направлении перпендикулярном оси соленоида.

В) Уменьшением до нуля переменного тока в электромагните, в междуполосном пространстве которого находится размагничиваемая деталь или ее участок.

Г) Уменьшением до нуля переменного тока, проходящего либо по самой детали, либо по стержню (кабелю), пропущенного через отверстие в детали.

Д) Удаление детали из электромагнита или электромагнита от детали, питаемого переменным током.

Правильный ответ: Б, А, В, Д, Г

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

5. При Ультразвуковом контроле должны быть выбраны и указаны следующие параметры:

А) Тип акустического тракта (контактный, иммерсионный).

Б) Тип УЗ волн и направление их ввода в изделие (наклонный ПЭП - излучает продольную, преобразуется при вводе в изделие в поперечную волну, прямой – поперечная волна).

В) Частота и мощность ультразвуковых колебаний (от толщины металла и марки стали).

Г) Чувствительность и настройка дефектоскопа.

Д) Схема сканирования и выбор пределов перемещения.

Е) Тип УЗ преобразователя (от толщины металла).

Правильный ответ: В, Б, А, Е, Д, Г

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово(словосочетание)

1. _____ наука о распознавании состояния технической системы

Правильный ответ: Техническая диагностика

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

2. _____ любое несоответствие свойств объекта, заданным параметрам

Правильный ответ: Дефект

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

3. _____ состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической или конструкторской документации

Правильный ответ: Работоспособность ПТСДМ

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

4. _____ вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает

Правильный ответ: Вероятность безотказной работы

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

5. Под трением понимают _____

Правильный ответ: Сопротивление относительному перемещению двух поверхностей в зонах их соприкосновения

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

Задание открытого типа с кратким свободным ответом

Прочитайте текст и запишите краткий обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение.

1. Ультразвуковой контроль основан на:

Правильный ответ: Регистрации, изменения параметров упругих волн, возбужденных в контролируемом объекте.

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

2. Магнитный контроль основан на:

Правильный ответ: Изменении направления магнитного потока при прохождении через участки с пониженной магнитной проницаемостью.

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

3. Виды контроля проникающими веществами

Правильный ответ: Капиллярный и течеискание

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

4. Метод определения внутренней структуры материалов и сварных соединений с использованием ионизирующего излучения

Правильный ответ: Радиационный контроль

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

5. Наиболее опасный дефект сварного соединения в виде узкого разрыва металла, направленного под углом к поверхности технического устройства

Правильный ответ: Трещина

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

Задания открытого типа с развернутым ответом

Прочитайте текст и запишите краткий обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение.

1. Средства технической диагностики

Время выполнения – 5 мин.

Критерии оценивания: полное содержание в соответствии к приведенному ниже пояснению

Средства диагностирования предназначены для повышения работоспособности объектов диагностирования, и целесообразность их применения ограничивается затратами на выполняемые работы.

Это средства, позволяющие оценивать техническое состояние проверяемого объекта. Они включают: программные средства и компьютерную технику для их реализации; эксплуатационную документацию, включающую технологическую пооперационную карту диагностирования, диагностическую карту, структурно-

следственные схемы поиска неисправности, диагностические матрицы локализации неисправностей, схемы и пооперационные карты восстановления работоспособности и другие информационные материалы; технические средства диагностирования (ТСД), представляющие собой приборы, стенды или устройства для определения состояния объекта диагностирования (ОД).

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

2. Пьезоэлектрические преобразователи – применение, принцип работы.

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержание в соответствии к приведенному ниже пояснению

Пьезоэлектрические преобразователи применяются в датчиках для измерения усилий, давлений, вибраций и др. В них используется пьезоэлектрический эффект, сущность которого состоит в том, что под действием приложенного усилия на гранях некоторых кристаллов (кварца, титаната бария, турмалина, сегнетовой соли и др.) появляются электрические заряды (прямой пьезоэффект). При внесении пьезоэлемента в электрическое поле он деформируется (обратный пьезоэффект).

Пьезоэлектрический преобразователь (рисунок), представляет собой пластину кристалла со строго ориентированными осями. При приложении усилия P на обкладках датчика появляется электрический заряд. Выходное напряжение датчика пропорционально силе P :

$$U = \frac{K \cdot p \cdot d}{\varepsilon \cdot F}$$

где K — пьезоэлектрическая постоянная (она равна для кварца $2,2 \cdot 10^{-12}$, сегнетовой соли $300 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н); ε — диэлектрическая постоянная материала пластины, Ф/м; d — толщина пластинки, мм; F — площадь обкладок на гранях кристалла, м².

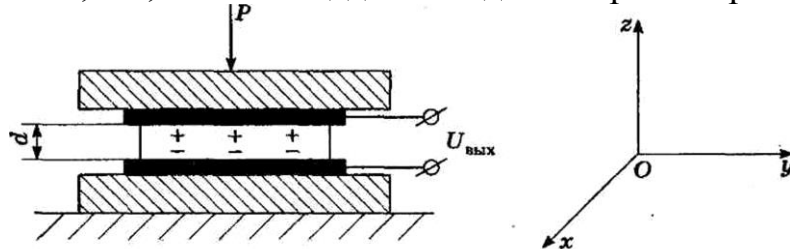


Рисунок. Схема пьезоэлектрического преобразователя.

Выходная мощность пьезоэлектрического преобразователя незначительна, что требует применения усилителей. Пьезоэлектрические преобразователи используют в датчиках давления для измерения быстропротекающих процессов. Для статических измерений они непригодны из-за неизбежных утечек зарядов.

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

3. Магнитный контроль (МК) – основные принципы работы

Время выполнения – 5 мин.

Критерии оценивания: полное содержание в соответствии к приведенному ниже пояснению:

Магнитный контроль - основан на изменении направления магнитного потока при прохождении через участки с пониженной магнитной проницаемостью, например, дефекты в виде разрыва сплошности металла. При этом над дефектом возникают магнитные поля рассеяния - участки повышенной намагниченности. МК обеспечивает высокую чувствительность контроля и позволяет обнаруживать в ферромагнитных материалах поверхностные и подповерхностные трещины различного происхождения, волосовины с раскрытием 0,0005...0,001мм, глубиной 0,01...0,05мм, протяженностью 0,3.-0,5мм и более крупные.

По способам регистрации полей рассеяния (участков повышенной намагниченности) выделяют три метода МК: магнитопорошковый, индукционный, феррозондовый
Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

4. Произвести оценку остаточного ресурса крана мостового г/п 10 т, пролетом 16,5 м, зав. № 00324, рег. № 2015, установленного в ремонтно-механическом цехе предприятия.

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержание в соответствии к приведенному ниже пояснению

Техническая характеристика крана:

Мостовой кран используется для ремонтных и погрузочных работ. Режим работы (по паспорту) — средний, ПВ — 25 % (соответствует группе классификации А5).

Металлоконструкция крана сварная, коробчатая. Материал металлоконструкции ВстЗкп,

ГОСТ 380-60. Масса крана полная 13480 кг. Масса моста 9130 кг. Масса главной балки 3000 кг. Масса тележки с механизмами 2340 кг. Привод механизма передвижения крана — центральный. Кран изготовлен в 1974 г. заводом ПТО, г. Комсомольск-на-Амуре.

Установлен и введен в эксплуатацию в ремонтно-механическом цехе в марте 1974 г., где используется для ремонтных и погрузочных работ.

Сведения о ремонтах металлоконструкции и состоянии механизмов крана:

В соответствии с записями в паспорте крана ремонт расчетных элементов металлоконструкции за время эксплуатации крана не проводился.

По данным четырех обследований крана на предмет продления срока службы каких-либо недопустимых дефектов металлоконструкции ранее не выявлено.

Состояние механизмов удовлетворительное; сведения о ремонте или замене узлов и механизмов в паспорте крана отсутствуют. Срок службы каната 1 год и 4 месяца.

Ходовые колеса крана — реборды ходовых колес восстановлены наплавкой до проектных размеров.

Износ крановых и под-тележечных рельсов не выявлен. Ход крана и тележки плавный.

Данные о фактических условиях эксплуатации крана:

По данным владельца крана, за время эксплуатации кран находился в работе в среднем 260 дней в году, выполняя в день по 24 цикла.

Распределение масс транспортируемых грузов в процентах от общего числа циклов: 10 т – 2 %; 5 – 6 т – 8 %; 1 – 2 т – 40 %; 1 т – 50 %.

В дальнейшем, по информации владельца, условия эксплуатации крана в данном технологическом процессе существенно не изменяется.

Владелец предполагает эксплуатировать кран еще в течение 15 лет.

Оценка фактической группы классификации крана принята с 1974 по 2024 г., т.е. равной

50 годам.

За это время кран выполнит общее число рабочих циклов:

$$C_{\Sigma T} = 50 \cdot 260 \cdot 24 = 312000 \text{ циклов, или } 100 \text{ \%}.$$

Коэффициент нагружения определяется по формуле:

$$K_p = (Q_1 / Q_{\text{ном}})^3 (C_1 / C_{\Sigma T}) = (10/10)^3 \cdot 0,002 + (6/10)^3 \cdot 0,008 + (2/10)^3 \cdot 0,4 + (1/10)^3 \cdot 0,5 = 0,041.$$

где $Q_1 = 10 \text{ т}$; $C_1/C_T = 0,02$; $Q_2 = 6 \text{ т}$; $C_2/C_T = 0,08$; $Q_3 = 2 \text{ т}$; $C_3/C_T = 0,4$; $Q_4 = 1 \text{ т}$; $C_4/C_T = 0,5$.

В соответствии с принятой в ИСО системой классификации для каждой из групп режимов $C = \underline{CK}_{pi} = \text{const}$.

Для группы режима работы А5 эта величина составляет 125 000, а для группы А3 — 31 500.

В рассматриваемом случае $C = \underline{CK}_{pi} = 312\,000 \cdot 0,041 = 12\,792$, что находится в пределах значения для групп классификации А3. Таким образом, по показателям классификационной группы (режима работы) к концу срока эксплуатации крана она не превысит А3.

Ожидаемый результат:

Проведем расчет по критерию сопротивления усталости:

Дополнительно проведем контрольную проверку по критерию сопротивления усталости пролетной (главной) балки моста крана. Проверка выполняется в соответствии с методикой
СТО 24.09-5281-01-93.

Величина расчетной подвижной нагрузки на балку составляет:

$$P = (G_T + G_{гр}) / 2 = (22,95 + 98,1) / 2 = 60,5 \text{ кН}$$

Изгибающий момент от подвижной нагрузки

$$M_Q = P(L/4) = 60,5 \cdot (16,5/4) = 248 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

Суммарный изгибающий момент

$$M = M_Q + M_6 = 248 + 121,4 = 369,4 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Момент сопротивления сечения главной балки

$$W_{x-x} = 4264 \text{ см}^3.$$

Максимальное напряжение изгиба главной балки

$$\sigma_{\max} = M / W_{x-x} = 86,62 \text{ МПа}.$$

Коэффициент асимметрии напряжений

$$\rho = M_6 / M = 121,4 / 369,4 = 0,328.$$

Коэффициент условий нагружения

$$Y_v = 2,0(1,2-\rho) = 2,0(1,2-0,328) = 1,744.$$

Для категории концентрации напряжений (примыкание диафрагмы к стенке и поясу) значение расчетного сопротивления материала

$$R_y = 60 \text{ МПа}.$$

Для группы классификации АЗ коэффициент режима $a_v = 2,0$.

Условие усталостной прочности имеет вид:

$$R_y Y_v a_v \geq \sigma_{\max}$$

$$\text{В данном случае } 60 \cdot 1,744 \cdot 2 = 209,28 > 86,62.$$

Условие усталостной прочности выполняется.

Заключение:

Остаточный ресурс крана мостового г/п 10 т, пролетом 16,5 м, зав. № 00324, рег. № 2015 на основании проведенных расчетов назначается 15 лет, т.е. как и запрашивал владелец, по 2024 г. При этом условия эксплуатации крана должны быть не интенсивнее тех, которые существуют в настоящее время.

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

5. Методология определения остаточного ресурса объектов повышенной опасности.

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержание в соответствии к приведенному ниже пояснению

При определении остаточного ресурса потенциально опасных объектов широко используется подход, основанный на принципе «безопасной эксплуатации по техническому состоянию».

Процесс определения остаточного ресурса включает в себя следующие этапы:

- анализ технической документации - установление номенклатуры технических параметров, предельных состояний, выявление наиболее вероятных отказов и повреждений, а также элементов конструкций и ее участков, рост поврежденности в которых и их дефектность могут привести к ресурсному отказу;
- оперативная диагностика - получение данных о техническом состоянии обследуемого объекта, его технологических параметрах, об условиях взаимодействия с окружающей средой;
- экспертное обследование - получение информации о реальном техническом объекте, наличии в нем повреждений, выявлении причин механизмов их возникновения и развития (визуальный контроль, промеры, дефектоскопия, механические испытания, металлография);
- анализ повреждений и параметров технического состояния, проводимого на основании полученных данных при рассмотрении технической документации, оперативной диагностике и экспертном обследовании;

- установление текущего технического состояния объекта (уровня и механизмов повреждения, фактической нагруженности, необходимых для прогнозирования развития этого состояния), оценку фактической нагруженности основных элементов конструкции объектов, заключения о необходимости дальнейших уточненных расчетов и экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния и характеристик материалов;

- уточнение расчетов и экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния и характеристик материалов - получение дополнительной (а также отсутствующих в технической документации) информации о номинальных и местных напряжениях и деформациях с учетом фактических свойств материалов, необходимой для установления механизмов повреждений и (или) расчетов остаточного ресурса (уточненные расчеты должны проводиться с учетом всех режимов и действующих нагрузок за период эксплуатации, а так же возможного изменения характеристик материалов).

Остаточный ресурс устанавливается прогнозированием его технического состояния по определяющим параметрам до достижения предельного состояния на основе совокупности имеющейся информации.

Компетенции ПК-2 (индикаторы ПК-2.2, ПК-2.4):

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине *«Техническая диагностика подъемно-транспортных строительных, дорожных машин и оборудования»* соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по специальности *23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства*.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки инженеров по указанной специальности.

Председатель учебно-методической
комиссии института транспорта и логистики



Е.И. Иванова

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры, на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой