МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Череповецкий государственный университет»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

институт (факультет)

ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

кафедра

УТВЕРЖДЕНО

на заседании ученого совета
инженерно-технического института

« 24 » февраля 2022 г.,

дата утверждения

протокол № 8

директор института (факультета)

_____ / Кожевников А.В.

(подпись) ФИО

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

Уровень образования:

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

(высшее образование – специалитет, магистратура; высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре)

Шифр и наименование группы научных специальностей:

2.5. МАШИНОСТРОЕНИЕ

(шифр и наименование группы научных специальности в соответствии с номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемым Приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 118 от 24.02.2021 г)

Шифр и наименование научной специальности:

2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

г. Череповец, 2022 год

Общие сведения о программе

Программа вступительных испытаний составлена на основе Федеральных государственных требований по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)

Программа вступительных испытаний рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры

ТРАНСПОРТНЫХ СЕДСТВ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

наименование кафедры

от 7 февраля 2022 г., протокол № 7.

Сведения о разработчике(ах) программы:

КУЗЬМИНОВ АЛЕКСАНДР ЛЕОНИДОВИЧ, Д.Т.Н., ПРОФЕССОР

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

ЕРМИЛОВ ВЛАДИМИР ВИТАЛЬЕВИЧ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

КЛИНОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

1 ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания проводятся в устной форме по билетам.

На вступительном экзамене по специальности поступающий должен продемонстрировать владение методами теоретических и экспериментальных исследований процессов, протекающих в дорожных, строительных и подъемно-транспортных машинах, проектирования, конструирования, производства и эксплуатации данных машин, особенностями их функционирования.

Он также должен показать умение использовать теории и методы науки для анализа современных проблем по данной специальности и избранной области предметной специализации.

Вступительный экзамен проводятся экзаменационной комиссией по билетам. Для подготовки ответа поступающий использует экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года.

Экзаменационные билеты должны включать не менее 3 вопросов в соответствии с разделами программы.

На каждого поступающего заполняется протокол приема вступительного экзамена, в который фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему.

Уровень знаний поступающего оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Протокол приема вступительного экзамена подписывается членами комиссии с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности.

Протоколы заседаний экзаменационных комиссий хранятся по месту сдачи вступительных экзаменов и являются основой для проведения конкурса при поступлении в аспирантуру.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

" Наземные транспортно-технологические средства и комплексы " - область науки и техники, изучающая связь и закономерности процессов взаимодействия дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин с рабочими средами и объектами, обосновывающие расчет, проектирование, режимы испытаний и технической эксплуатации машин, их комплектов и систем при производстве строительно-монтажных и подъемно-транспортных работ. Изучение связей, свойств объектов воздействия, кинематических, силовых, энергетических, экономических и других параметров машин и закономерностей их рабочих процессов осуществляется с целью решения задач по созданию новых и совершенствованию существующих дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин, обладающих повышенной

производительностью и большей долговечностью, обеспечивающих лучшее качество выполнения строительно-монтажных, дорожных и подъемно-транспортных работ, снижение затрат на их производство, большие технологические возможности, лучшие условия труда и т.п.

Вступительные экзамены в аспирантуру по специальности проводятся по программам, соответствующим требованиям подготовки специалистов по Государственному образовательному стандарту.

В соответствии с этими требованиями поступающий в аспирантуру должен:

Знать: общие закономерности функционирования дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин, развития науки об эксплуатации машин; исходные понятия о конструкции и эксплуатации дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин; соотношение уровня механизации и ручного труда; исторические этапы формирования науки об эксплуатации дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин ; признаки, формы, типы производственных и технологических процессов; концепции основных стратегий эксплуатации дорожных, строительных и подъем-но-транспортных машин; понятия норм выработки и нормативов систем ТО и ремонта (технического сервиса) дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин; системы технической эксплуатации дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин; общие закономерности изменения технического состояния дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин в процессе эксплуатации.

Уметь: воспринимать, обобщать и анализировать информацию, необходимую для достижения целей освоения дисциплины; строить ясно, аргументировано и верно устную и письменную речь; использовать достижения и аналитические методы технических наук; анализировать технико-экономические явления и процессы; владеть средствами, приемами и методами получения, использования и хранения информации;

Соискатель должен показать на экзамене профессиональные знания по соответствующим разделам предмета по строительным, дорожным и подъемно-транспортным машинам, владение теоретическим анализом и современными методами расчета и исследований, продемонстрировать навыки в решении задач проектирования и эксплуатации строительных и подъемно-транспортных машин и оборудования с использованием компьютерных информационных технологий, программного обеспечения математического и инженерного анализа, автоматизированного проектирования.

В основу настоящей программы включены вопросы по дисциплинам «Подъемно-транспортные машины и оборудование», «Грузоподъемные машины», «Машины непрерывного транспорта», «Строительные и дорожные машины», «Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин», «Диагностика оборудования».

1. Подъемно-транспортные машины (ПТМ)

Классификация грузоподъемных машин (ГПМ) общего назначения по области применения, типу привода, количеству механизмов, по характерным конструктивным признакам (вид несущей металлоконструкции, тип грузозахватного органа и др.). Обзор основных типов ГПМ. Принцип действия, устройство, назначение, области применения.

Основные виды машин непрерывного транспорта. Классификация и направления развития машин. Основа выбора машин. Условия и режимы работы конвейеров. Транспортируемые грузы, их свойства и характеристики.

Перспективы развития ПТМ: увеличение грузоподъемности и скоростей рабочих движений, повышение долговечности и надежности действия, применение новых конструкционных материалов и профилей металла, прогрессивных технологий изготовления, внедрение гидравлических, линейных приводов. Автоматизация работы кранов. Разработка теории работы ПТМ и автоматизация проектирования и расчета. Разработка вероятностных методов расчета и расчет надежности на стадии проектирования.

2. Общие положения расчета ГПМ

Характеристики ГПМ. Основные параметры, определяющие ГПМ. Нормальный ряд грузоподъемностей. Скорости рабочих движений. Пролеты и вылеты. Цикл работы ГПМ. Повторно-кратковременный режим работы. Действительная нагруженностьГПМ. Общие сведения о вероятностном методе определения нагрузок. Эквивалентные нагрузки. Относительная продолжительность включения (ПВ, %). Производительность. Режим работы грузоподъемных машин.

Классификация нагрузок при расчете на прочность и выносливость. Ветровая нагрузка. Расчетные случаи нагрузок. Особенности расчета деталей машин общего назначения (зубчатых колес, валов, осей, подшипников качения и т.п.) при их использовании в ГПМ с учетом заданного срока службы. Рекомендуемые сроки службы элементов ГПМ. Нормализованные узлы ГПМ, методика их выбора по нормалям. Выбор запаса прочности и допускаемых напряжений. Понятие о расчете по предельным состояниям. Учет случайного характера нагружений, упругих колебаний и соударений в кинематических парах по ОСТ 24.190.06.85 "Краны мостовые и козловые. Основные положения расчета механизмов".

Расчетные динамические схемы ГПМ. Основные требования, предъявляемые к расчетным динамическим схемам. Критерии соответствия выбранной расчетной схемы реальным условиям работы. Приведение сил и моментов сил, масс и моментов инерции, коэффициентов жесткости, определение и приведение коэффициентов демпфирования. Приведение распределенных масс в упругих системах.

Динамика нагружения упругого механизма подъема, расположенного на жестком основании. Периоды неустановившегося движения механизма подъема.

Динамика подъема с учетом упругих колебаний. Процесс пуска для подъема груза «с веса». Торможение груза при опускании. Динамические нагрузки при подъеме груза с опоры. Факторы, влияющие на уровень динамических нагрузок. Стопорение груза ("встреча" груза с непреодолимым препятствием) и опасная для их прочности перегрузка канатов. Различие стопорной нагрузки для груженного и порожнего состояния механизма подъема. Кинематические воздействия в механизме подъема и нагрузки вынужденных колебаний и резонансов. Необходимость введения в расчет диссипации (рассеяния) энергии при вынужденных колебаниях и резонансах. Резонансная нагрузка элементов механизма подъема при кинематическом и силовом воздействии. Динамика нагружения металлоконструкции крана при действии на нее известной внешней силы. Динамические нагрузки при линейно возрастающей внешней силе. Случаи внезапного приложения кратковременной нагрузки и снятия постоянной нагрузки. Динамические нагрузки при совместной работе механизма подъема и металлоконструкции крана - составление расчетных схем, подъем «с веса», подъем "с подхватом", торможение опускающегося груза, стопорение крюковой обоймы. Динамика срабатывания ограничителя грузоподъемности.

Динамика механизмов передвижения кранов и тележек с жестким и гибким подвесом груза. Обоснование динамической схемы для расчета движения раскачивающегося груза. Влияние качающегося груза на движение крана и на нагрузки в его силовых элементах. Учет соударений в кинематических парах механизма. Динамические нагрузки мостовых кранов при их передвижении с учетом податливости трансмиссии, моста и подвески груза. Расчет динамических нагрузок в механизме передвижения и металлоконструкции моста крана при его пуске, торможении и наезде на концевые упоры.

Нарушение сцепления ведущих ходовых колес с рельсами при пуске и торможении порожних тележек и фрикционные автоколебания срывного характера (пробуксовка колес и движение -"юзом" на заклиненных ходовых колесах). Решение задачи о запасе сцепления ведущих ходовых колес с рельсами как задачи упруго динамической, с учетом упругих колебаний и соударений в кинематических парах механизма передвижения.

Динамика поворота стреловых кранов. Расчетные динамические схемы; Влияние раскачивающегося груза на динамику поворота. Срабатывание пуска и торможения механизма поворота. Срабатывание фрикционной муфты предельного момента и автоколебательные процессы нагружения трансмиссии. Определение затяжки фрикционной муфты предельного момента для исключения ее пробуксовки в условиях нормальных пусков и торможений.

3. Производственное использование ПТМ

Значение эффективного производственного использования ПТМ. Обновление и оптимизация парка ПТМ. Минимизация набора технических средств по номенклатуре, количеству и техническим параметрам. Оснащение ПТМ циклического действия специализированными грузозахватными приспособлениями и средствами укрупнения грузовых единиц;

Совершенствование организации и технологии перемещения грузов. Сокращение количества операций грузопереработки и длин трасс перемещения. Обеспечение единообразия технических средств механизации в каждом пункте перемещения данного груза. Учет времени использования ПТМ и прямых затрат, связанных с выполнением работ.

4. Основные положения теории надежности и долговечности подъемно-транспортных машин

Общие понятия о надежности машин

Терминология надежности. Определенна и свойства надежности (безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость). Состояния (исправное и неисправное, работоспособное и неработоспособное, предельное) и события (повреждение, отказ). Виды отказов (постепенное и внезапное, отказы функционирования и параметрические). Объекты восстанавливаемые и невосстанавливаемые. Потоки отказов и восстановлений. Резервирование. Дополнительные отраслевые термины надежности ПТМ.

Некоторые понятия теории вероятностей и математической статистики. Случайные величины дискретные и непрерывные. Случайные события. Частота и вероятность. Оценки функции, плотности и интенсивности отказов, вероятности безотказной работы, математического ожидания, дисперсии, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации случайной величины.

Законы распределения случайной величины (законы надежности). Экспоненциальный (показательный) и нормальный законы. Распределение Вейбулла.

Показатели надежности и их определение. Общие понятия. Показатели единичные и комплексные. Показатели безотказности (вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов и др.). Показатели долговечности (гамма- процентный ресурс и др.). Показатели ремонтопригодности (вероятность восстановления в заданное время и среднее время восстановления). Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности (коэффициент готовности, коэффициент простоев и др.).

Сбор и обработка статистической информации о надежности. Общие положения. Стандарты и отраслевые руководящие технические материалы. Содержание, способы получения, кодирования и методы обработки информации.

Нормирование и оптимизация показателей надежности. Общие положения и отраслевые руководящие технические материалы.

Общая характеристика нагрузок и их влияние на работу машин. Нагрузки постоянные и переменные, стационарные и нестационарные. Постоянные нагрузки машин как источник формирования стационарных переменных нагрузок и стационарных переменных напряжений в их элементах. Причины переменности рабочих нагрузок (переменность загрузки и рабочего процесса, внутренняя и внешняя динамика). Влияние постоянных а переменных нагрузок на работоспособность машин.

Методы измерения нагрузок. Визуальные методы регистрации нагрузок. Использование самописцев электрических величин. Тензометрический метод. Тензометрические, потенциометрические и дискретные датчики уровней нагрузок.

Методы обработки информации о нагруженности машин. Одномерные и двухмерные методы схематизации случайных процессов нагружения. Методы укрупненных размахов, полных циклов и др.

Обеспечение работоспособности при низких температурах. Требования к металлу и термической обработке, изготовлению и ремонту сварных конструкций. Требования к изделиям из неметаллических материалов, смазочным материалам, топливу и рабочим жидкостям.

Обеспечение работоспособности и безопасности во взрыво- и пожароопасных средах.

Обеспечение работоспособности при других неблагоприятных условиях (высокие температуры, абразивная, коррозионная, биологически активная и радиационная среда).

5. Прочность и износостойкость деталей ПТМ

Виды отказов по критерию прочности (усталостное разрушение, пластическая деформация, ползучесть, хрупкое разрушение» нарушение сцепления и др.).

Неравномерность распределения номинальных напряжений, их выравнивание и уменьшение.

Местные напряжения и их снижение. Концентраторы напряжений. Способы снижения местных напряжений и их эффективность.

Технологические способы упрочнения деталей машин (термическая, химико- термическая и термомеханическая обработка, пластическое деформирование) и их эффективность.

Экспериментальные методы исследования напряженного состояния. Условия и объекты исследования.

Расчеты на прочность. Упрощенные условные расчеты по номинальным напряжениям. Расчеты на выносливость при стандартном и нестандартном циклическом нагружении. Вероятностные расчеты на прочность.

Виды и характеристики внешнего трения. Виды трения, обусловленные характером движения (трение скольжения, качения и качения с проскальзыванием). Переход их в уздах ПТМ из одного вида в другой. Виды трения по наличию смазки (жидкостное, граничное, трение без смазки).

Виды и характеристики изнашивания. Три группы видов изнашивания (механическое, молекулярно-механическое и коррозионно-механическое). Разновидности механического изнашивания (абразивное гидро- и газоабразивное, эрозионное, усталостное, кавитационное, окислительное, изнашивание при задании и фреттинг- коррозия). Понятие о взносе и его продуктах, скорости и интенсивности изнашивания. Характеристика основных процессов изнашивания деталей ПТМ.

Факторы, влияющие на износ. Влияние внешних механических воздействий (виды трения, нагрузки, скорости скольжения). Влияние факторов внешней среды (жидкой, газовой и твердой). Влияние факторов, связанных со свойствами поверхностных слоев деталей (геометрия поверхностей, структурное состояние, химический и фазовый состав поверхностных слоев и др.). Обобщенные зависимости изнашивания от основных факторов.

Методы исследования трения и изнашивания. Виды и этапы испытаний. Приборы, машины и стенды.

Методы повышения износостойкости: обеспечение благоприятных условий трения; повышение качества поверхностей трения; упрочнение поверхностных слоев материала деталей; оптимизация характера внешних воздействий. Методы снижения вредного влияния износа на работу машин (метод обратных пар, составные детали со сменными изнашивающимися элементами, самокомпенсация износа и др.).

Расчеты на износ и предельно допустимые износы. Методы расчета на износ. Подход к определению предельных износов.

Показатели надежности в общих технических требованиях к подъемно-транспортным машинам. Стандартные значения показателей надежности по основным видам ПТМ. Пути их повышения.

Надежность и ресурсосбережение. Влияние надежности на совокупный расход металла при производстве я использовании машин. Связь надежности с энергоемкостью машин.

Надежность и охрана окружающей среды.

6. Эксплуатация и ремонт подъемно транспортных машин

Основные понятия и определения. Составные части эксплуатации машин и оборудования. Содержание понятий эксплуатация, техническая эксплуатация, производственное использование, техническое обслуживание, ремонт и др.

Технико-экономическое значение вопросов эксплуатации и ремонта ПТМ.

Общие вопросы эксплуатации ПТМ. Хранение и ввод машин в эксплуатацию. Предъявление рекламаций. Списание машин. Эксплуатационная документация.

Технический надзор, правила работы и техники безопасности при эксплуатации и ремонте ПТМ

Организация и содержание технического надзора. Государственный и местный надзор. Правила безопасной работы. Требования к обслуживающему персоналу. Аварии и несчастные случаи. Анализ нежелательных происшествий.

Организация и планирование технического обслуживания и ремонта ПТМ. Системапланово- предупредительного ремонта (ППР).

Теоретические основы, сущность и составные части системы планово-предупредительного ремонта машин и оборудования в промышленности.

Ремонтные циклы, их продолжительность и структура. Структуры ремонтных циклов ПТМ и их оптимизация. Оптимизация межремонтных периодов.

Текущее планирование и подготовка работ по техническому обслуживанию и ремонту. Организация производства работ по техническому обслуживанию и ремонту. Специализация эксплуатационно-ремонтных работ на мелких, средних, крупных и. особо крупных заводах, ее эффективность. Функциональная, предметная и предметно- функциональная специализация. Методы производства ремонта (комплексный, необезличенный-индивидуальный, узловой, обезличенный). Определение потребности в оборотном фонде запасных узлов.

Особенности организации технического обслуживания и ремонта ПТМ в строительстве, промышленности и на транспорте.

Модернизация машин при ремонте. Технико-экономические предпосылки. Комплексная и частичная модернизация, ее эффективность.

Технологический процесс комплексного ремонта. Технологические методы ремонта (восстановления) деталей машин. Назначение ремонта деталей и способы их восстановления. Выбор способа восстановления детали и определение целесообразности ремонта.

7. Диагностирование подъемно-транспортных машин.

Основные понятия диагностики оборудования и экспертизы оборудования. Основные технические и нормативные документы системы диагностики и экспертизы оборудования.

Направления развития и внедрения средств и методов диагностики оборудования. Выбраковка структурных единиц оборудования по критериям допусков. Основные признаки и параметры диагностирования и экспертизы оборудования. Структура ремонтного цикла. Текущий, средний и капитальный ремонт.

Функциональное и тестовое диагностирование. Вероятностные и детерминированные методы диагностирования. Метод Байеса.

Использование моделирования при диагностике оборудования. Имитационное и компьютерное моделирование.

Субъективные и объективные методы диагностирования. Инструментальные методы диагностирования оборудования. Неразрушающие методы контроля оборудования. Классификация неразрушающих методов контроля оборудования.

8. Ремонт подъемно-транспортных машин

Технологический процесс комплексного ремонта. Технологические методы ремонта (восстановления) деталей машин. Назначение ремонта деталей и способы их восстановления. Выбор способа восстановления детали и определение целесообразности ремонта.

Примерные вопросы для вступительного экзамена в аспирантуру

1. Расчет сопротивления передвижению мостовых кранов.
2. Приборы и устройства безопасности ГПМ.
3. Основные параметры ГПМ, классы использования и классы нагружения.
4. Стальные проволочные канаты: общие сведения, классификация, расчет, эксплуатация.
5. Расчет грузовых барабанов, требования ГГТН к грузовым барабанам.
6. Конструктивные особенности башенных кранов. Расчет на устойчивость.
7. Расчет сопротивлений передвижению тележек и кранов.
8. Производительности транспортирующих машин.
9. Определение теоретической, технической и эксплуатационной производительности.
10. Основные характеристики транспортирующих машин.
11. Режимы работы конвейеров, сроки их службы.
12. Определение усилий, действующих на рабочее оборудование экскаватора (обратная лопата).
13. Назначение и устройство землеройно-транспортных машин.
14. Техническая производительность ковшовых элеваторов.
15. Принципы оценки остаточного ресурса ГПМ.
16. Прогнозирование технического состояния ГПМ.
17. Материалы, используемые в крановых МК и механизмах ГПМ. Проведение входного контроля качества металла.
18. Использование моделирования при диагностировании ГПМ и оборудования.
19. Виды экспертиз ПТМ. Сроки проведения экспертизы. Оформление заключения экспертиз.

20. Требования к проведению экспертизы ГПМ и оборудования.

21. Особенности эксплуатации ГПМ, отработавших нормативный срок службы. Структура экспертизы кранов.

22. Теоретические основы технической диагностики ПТМ. Метод Байеса.

23. Теоретические основы технической диагностики, параметры технического состояния.

24. Методы и средства диагностирования.

25. Монтаж ленточных конвейеров, технические требования, характеристика методов навешивания грузонесущих лент.

26. Проектирование, изготовление, реконструкция и ремонт кранов и грузозахватных приспособлений.

27. Виды такелажной оснастки и монтажного оборудования. Использование строительных конструкций при проведении монтажных работ.

28. Техника безопасности при производстве монтажных работ.

29. Технические требования к МК и механизмам, качественная оценка монтажа, основные допуски, предъявляемые к металлоконструкциям и механизмам.

30. Методы и схемы монтажа Г1ТМ, их характеристика и сравнительная оценка.

31. Монтаж мостовых кранов с использованием эксплуатационных кранов и монтажной балки, характеристика монтажной схемы, определение геометрических и прочностных характеристик монтажной балки.

32. Особенности монтажа металлоконструкций портальных кранов, технология монтажа и технические требования к производству работ.

Примечание:

При проведении вступительного экзамена, помимо вопросов, указанных выше, комиссия задает поступающему вопросы, относящиеся к будущей теме его кандидатской диссертации, чтобы выяснить его компетентность в научной проблеме, намеченной к решению. Качество ответов именно на эти вопросы является решающими для оценки за вступительный экзамен.

Список литературы

Основная литература

1. Машины непрерывного транспорта: учебное пособие для вузов / Н. Е. Ромакин. - М.: ИЦ "Академия", 2008. - 428 с.

2. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем. Учебник. - М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005, 536 с.

3. Кузьминов A.JL, Кожевников А.В. Расчёт и диагностика транспортирующих машин металлургических агрегатов. Учебное пособие. Череповец: ЧГУ,2006

4. Попов В.Г. Оценка эффективности подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин. Учебное пособие. - Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2005,- 183 с.

5. Вайнсон А.А Подъёмно-транспортные машины строительной промышленности: Атлас конструкций: учебное пособие для вузов.3-е изд., перераб.и доп. - Москва: ИД "Альянс", 2009. - 151 с.

6. Системный анализ и моделирование безопасности: учебное пособие/ Н.А. Северцев, В.К. Дедков.-М.: Высшая школа, 2006

7. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем. Учебник. - М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005

8. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск: Анализ и оценка, М.: ИКЦ «Академкнига», 2004

Дополнительная литература

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины. М.: Высшая школа, 2000

2. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций и сооружений, 2001

3. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалеви др.; Под ред. В.В. Клюева. 2-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2003.-656 с.

4. Диагностирование грузоподъемных машин/В.И. Сероштан, Ю.С. Огарь, А.И. Головин и др.; Под. ред. В.В. Клюева. 2-е изд. испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2003, 656 е., ил.

5. Баловнев В.И., Кустарев Г.В. и др. Дорожно-строительные машины и комплексы- М.: Машиностроение, 2002.

6. Вайнсон А.А. Подъёмно-транспортные машины. М.: Машиностроение, 1989.

7. Спиваковский А.Л. Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учебное пособие для машиностроительных вузов. 3-е изд. перераб. М: Машиностроение, 1983 г., 487 с.

8. Ивашков И.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин. - М.: Машиностроение, 1991. - 402 с.

9. Справочник по кранам Т.l, Т.2 под редакцией Гохберга. М.: Машиностроение, 1988.