

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

УТВЕРЖДАЮ

Профессор по науке и инновациям

доктор химических наук, профессор

И.Г. Остроумов

2021 г.



**ПРОГРАММА-МИНИМУМ
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

НАПРАВЛЕНИЕ – 15.06.01 «Машиностроение»

Саратов, 2021

ВВЕДЕНИЕ

В основу настоящей программы положены следующие разделы: приводы и системы управления; теоретические основы процессов взаимодействия рабочих органов со средой; машины для земляных, буровых и свайных работ; машины для переработки каменных материалов, приготовления и транспортирования бетонных смесей; машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог; механизированный инструмент и средства малой механизации строительства; грузоподъемные машины (устройство и основы расчета); специальные грузоподъемные машины; машины непрерывного транспорта; подвесные канатные дороги и кабельные краны; комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ; основы робототехники; общие вопросы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта машин.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Минобразования России по машиностроению при участии Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Санкт-Петербургского государственного технического университета, Хабаровского государственного технического университета, Московского государственного строительного университета (МИСИ) и Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ).

ВОПРОСЫ

1. Общие положения

Современный уровень, этапы и направления развития строительных, дорожных машин, подъемно-транспортной техники, а также научно-исследовательских и конструкторских работ в данной области. Их роль в комплексной механизации и автоматизации строительно-монтажных и подъемно-транспортных работ. Методы оптимизационного синтеза машин, их функциональных механизмов, комплектов и систем.

Методы моделирования, прогнозирования, исследований, расчета технологических параметров, проектирования, испытаний машин, комплектов и систем, исходя из условий их применения. Методы управления машинами, машинными комплектами и системами и контроля качества

оборудования для буровых и свайных работ. Дальнейшие пути их развития и совершенствования.

6. Машины и оборудование для дробления и сортировки материалов, приготовления и транспортирования бетонных смесей

Классификация и конструкция машин для измельчения материалов. Основы расчёта геометрических, кинематических, энергетических параметров машин для дробления материалов. Объемная и поверхностная теории дробления.

Классификация, конструкция оборудования для сортировки и обогащения материалов. Основы механики плоских быстроходных грохотов. Оборудование для воздушной и гидравлической сепарации материалов. Физические основы процессов, расчет режимов работы оборудования.

Классификация и конструкция машин для приготовления бетонных и растворных смесей. Принцип действия, конструкция, расчет производительности и мощности гравитационных смесителей. Смесители принудительного действия. Основные схемы, режимы рабочего процесса. Особенности рабочего процесса, области рационального применения.

Машины для транспортирования бетонных и растворных смесей: автобетоносмесители, бетоновозы, бетононасосы. Схемы, режимы рабочего процесса расчет мощности и производительности.

Оборудование для пневматического транспортирования бетонов и растворов, схемы аппаратов, режимы рабочего процесса.

Особенности требований к эргономике, надёжности, безопасности и другим показателям качества машин и оборудования для дробления и сортировки материалов, приготовления и транспортирования бетонной смеси.

Анализ влияния кратности полиспаста на параметры механизма. КПД блока и полиспаста при подъеме и опускании груза.

Грузозахватные устройства. Типы и области применения.

Универсальные грузозахватные устройства. Специальные грузозахватные устройства - клещевые захваты, грейферы, электромагнитные, вакуумные захваты.

Конструкции. Основные расчетные положения.

Тормозные устройства. Типы и конструкции, расчет. Системы управления тормозами. Выбор привода тормоза, расчетные зависимости. Тепловой расчет тормоза. Фрикционные материалы.

Механизмы грузоподъемных машин. Механизмы подъема груза, передвижения, поворота, изменения вылета. Кинематические схемы. Конструктивные решения. Общие расчетные зависимости. Периоды работы механизмов: разгон, установившееся движение и торможение. Сопротивления движению. Определение потребной мощности двигателя. Определение тормозного момента. Устройства безопасности в крановых механизмах. Назначение и конструкции ограничителей. Противоугонные устройства принципиальные схемы, действующие нагрузки, расчет.

Определение сопротивлений при повороте крана. Опорно-поворотные устройства кранов на колонне. Кинематические схемы механизмов изменения вылета. Механизм с канатным полиспастом. Определение нагрузок на канат полиспаста в процессе изменения вылета. Механизмы изменения вылета с гидравлическим приводом. Основные расчетные зависимости.

Устойчивость передвижных кранов. Устойчивость "собственная" и "грузовая". Нагрузки,ываемые при определении устойчивости. Коэффициент устойчивости.

Способы управления кранами. Управление контроллерное, контактное, дистанционное и телемеханическое по проводной или

беспроводной связи. Полуавтоматическая и автоматическая работа кранов. Приборы безопасности. Применение телевидения для управления кранами.

Приборы и устройства безопасности. Предохранительные устройства, ограничители, указатели, ловители.

Бункеры, затворы, питатели. Анализ процесса истечения материала из бункера. Сводообразование и способы борьбы с ним. Расчет давления груза на дно и стенки бункера. Затворы бункеров. Особенности расчета бункерных затворов. Рациональный выбор типа, основные параметры и расчет питателей.

10. Грузоподъемные машины

Специальные лебедки. Кинематические схемы, особенности работы, действующие нагрузки, расчет элементов. Грейферные лебедки. Лебедки с большой канатоемкостью. Канатоукладчики.

Стреловые краны. Стреловые системы, обеспечивающие горизонтальное перемещение груза. Кинематические схемы и нагрузки в элементах стреловых систем. Шарнирно-сочлененные стрелы. Уравновешивание стреловой системы. Механизмы изменения вылета стрелы порталных кранов. Кинематические схемы. Определение нагрузок и мощности электродвигателя. Опорно-поворотные устройства и механизмы поворота кранов. Расчет нагрузок на катки. Сопротивление повороту. Оптимизация параметров стреловых и уравновешивающих устройств порталных кранов.

Строительные башенные краны. Типы, конструкции, устройство и характеристики передвижных и стационарных башенных кранов. Особенности ходовой части кранов. Определение нагрузок для расчета механизмов кранов и металлической конструкции. Расчет механизмов с учетом динамических явлений при раздельной и совместной работе механизмов. Защита крана от перегрузки.

Мостовые перегружатели и козловые краны. Типы, назначение и области применения. Особенности конструкции тележки перегружателя. Особенности металлоконструкции и тележек однобалочных козловых кранов. Ограничители перекоса. Конструкции опор. Самомонтирующиеся козловые краны. Расчет механизма передвижения тележки с учетом раскачивания груза.

Металлургические краны. Общие требования к металлургическому подъемно-транспортному оборудованию. Классификация. Кинематические схемы кранов, завалочных машин, литейных кранов, кранов клещевых, кранов с лапами, кранов для раздевания слитков. Определение основных нагрузок. Техника безопасности и охрана труда при работе на металлургических кранах.

Подъемники. Классификация подъемников. Основные кинематические схемы, конструктивные компоновки. Производительность подъемника.

Лифты. Развитие лифтостроения. Расчет количества лифтов. Скорость, ускорение. Точность остановки. Типы и конструкции подъемных механизмов. Лебедки барабанные и с канатоведущими шкивами. Конструкции, области применения, сравнительный анализ. Приводы с электрическим регулированием скорости. Элементы подъемных механизмов. Тяговая способность канатоведущего шкива. Особенности работы каната на канатоведущем шкиве. Нагрузки, действующие на элементы лифтов. Системы уравновешивания, уравновешивающие устройства, системы подвески кабин и противовесов. Устройства, обеспечивающие безопасность работы.

Краны – штабелеры. Классификация. Область применения. Особенности конструкции. Нагрузки, действующие на элементы крана-штабелера. Конструкция грузовых кареток и захватных устройств.

Контейнерные краны. Классификация. Назначение и области применения. Конструкции контейнерных захватов. Расчет элементов захватов.

Самоходные краны. Назначение, основные характеристики, классификация. Схемы перегрузочных, монтажных и специальных кранов. Разновидности привода.

Кабельные краны. Области применения и устройство. Натяжения и провесы несущих канатов. Схемы запасовки и особенности расчета. Конструкция грузовых тележек, подъемных и тяговых лебедок, поддержек канатов. Управление кабельными кранами и их автоматизация. Устройства для обеспечения безопасности работы.

11. Машины непрерывного транспорта

Классификация машин непрерывного транспорта. Основы выбора транспортирующей машины и сравнительные технико-экономические показатели. Условия и режимы работы. Перспективы развития машин непрерывного транспорта. Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации машин непрерывного транспорта. Классификация транспортируемых грузов, их физико-механические свойства. Производительность, обобщенный коэффициент сопротивления перемещению грузов.

Конвейеры с гибким тяговым элементом. Разновидности тяговых элементов. Конвейерные ленты и тяговые цепи, их классификация, конструкции и параметры. Основы выбора ленты и цепи. Расчет на прочность. Опорные и направляющие устройства. Приводные устройства. Основы их расчета и предпосылки для выбора положения привода. Натяжные устройства. Конструкция, расчет и место установки. Предохранительные устройства. Расчет конвейеров с гибким тяговым элементом. Сопротивления движения и тяговый расчет. Динамические усилия натяжения. Теория многоприводных конвейеров.

Ленточные конвейеры. Классификация. Разновидности роликовых опор и роликов, выбор их размеров. Устройства, препятствующие боковому

смещению ленты. Теория и схемы передачи тягового усилия на ленту трением. Приводные механизмы. Теория пуска и торможения. Определение величины первоначального натяжения ленты. Определение размеров полотна конвейера. Определение точек трассы с наименьшим натяжением в тяговом органе. Тяговый расчет и определение мощности двигателя. Загрузочные и разгрузочные устройства. Определение сопротивления движению полотна в месте загрузки. Особенности расчета стальных лент. Скорость и ширина ленты.

Пластинчатые конвейеры. Полотно пластинчатого конвейера и направляющие рельсы. Расчет усилия натяжения цепи и мощности привода. Направления развития конструкций пластинчатых конвейеров.

Эскалаторы и пассажирские конвейеры. Классификация. Конструктивные особенности основных узлов: главного привода, малого привода, рабочих и аварийных тормозов, тяговых цепей и лестничного полотна, натяжной станции, поручневых установок. Теоретические основы выбора основных параметров, тяговый расчет поручней и лестничного полотна. Устройства и системы автоматического контроля и защиты. Быстроходные пассажирские конвейерные системы и перспективы их применения. Направление, дальнейшего развития эскалаторостроения.

Скребковые конвейеры. Области применения и устройство. Особенности приводного и натяжного устройства. Тяговый расчет, загрузка и разгрузка.

Ковшовые конвейеры и элеваторы. Полотно, загрузка, разгрузка. Определение параметров полотна и скорости движения. Ковшовые элеваторы для сыпучих грузов. Особенности привода и натяжного устройства. Теория процессов наполнения и опоражнивания ковшей. Тяговый расчет. Элеваторы для штучных грузов.

Подвесные конвейеры. Устройство, область применения, достоинства и недостатки подвесных конвейеров. Тяговый орган, каретки, подвески. Элементы подвесных путей и их расчет. Производительность, скорость и шаг

подвесок. Способы загрузки и разгрузки. Элементы подвесных конвейеров толкающего типа. Адресующие устройства. Расчет основных параметров толкающих конвейеров, их автостопов и опускных секций.

Конвейеры без гибкого тягового органа. Устройство, принцип действия и область применения винтовых конвейеров и транспортирующих труб. Теория перемещения груза. Сопротивление движению груза. Расчет винта. Двухвинтовые конвейеры для штучных грузов. Разновидности гравитационных и самотечных устройств. Элементы трасс и конструкции роликов. Сопротивление движению груза на неприводном рольганге.

Инерционные конвейеры. Устройство и принцип действия. Основы теории качающихся и вибрационных конвейеров. Динамика одномассных вибрационных конвейеров. Общее понятие о многомассных вибрационных конвейерах.

Пневматический и гидравлический транспорт. Области применения, преимущества и недостатки типы и схемы установок пневматического транспорта. Загрузочные и разгрузочные устройства, трубопроводы и способы уменьшения их износа. Расчет установок пневмотранспорта. Пневматический транспорт грузов в аэриированном состоянии. Пневматический транспорт грузов в контейнерах. Гидравлический транспорт. Схемы и оборудование. Напорное и безнапорное транспортирование. Основы расчета установок гидротранспорта.

Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Общие сведения. Области применения и перспективы развития. Устройство и основные параметры. Особенности конструкции канатов. Опорные и натяжные устройства, линейные станции и их оборудование. Построение профиля подвесной канатной дороги и условия прилегания каната к опорам. Основы расчета канатных дорог.

Конструкции вагонеток и сцепных приборов

Приводы канатных дорог. Классификация и устройство. Тяговый расчет. Автоматизация загрузки и разгрузки вагонеток и их передвижения.

12. Строительная механика и металлические конструкции

Общие положения. Назначение и виды металлических конструкций. Специфика их проектирования.

Строительная механика машиностроительных конструкций. Статически определимые стержневые системы. Расчет на действие неподвижных нагрузок. балочных и рамных, жестких и шарнирных конструкций.

Расчет конструкций при подвижных нагрузках, расчет по линиям влияния.

Определение перемещений в упругих конструкциях. Принцип возможных перемещений, формула Мора.

Расчет статически неопределеных конструкций. Расчет методом сил. Учет погрешностей изготовления и температурных деформаций

Расчет конструкций методом перемещений. Понятие о численных методах расчета. Метод конечных элементов, назначение, возможности и достоинства метода.

Металлические конструкции машин. Общие методы проектирования и расчета конструкций. Метод допускаемых напряжений, расчет по предельным состояниям, расчет на надежность.

Расчетные нагрузки. Динамические нагрузки в элементах конструкций.

Обеспечение долговечности конструкций по условию сопротивлению усталости. Усталостные кривые и диаграмма предельных напряжений. Расчет на усталость при эксплуатационном нагружении.

Общая устойчивость сжатых стержней и балок. Расчет и методы обеспечения устойчивости.

Материалы для металлических конструкций. Рациональный выбор материалов.

Расчет сварных соединений. Расчет болтовых соединений.

Напряженно-деформированное состояние тонкостенных конструкций при изгибе и кручении. Центр изгиба тонкостенных стержней. Расчет стержней на кручение, угол закручивания и максимальные касательные напряжения.

Проектирование и расчет пространственных рам.

Расчет ездовых балок.

Проектирование ферм. Выбор сечения стержней, проектирование узлов. Особенности проектирования и расчета пространственных ферм.

Проектирование металлических конструкций кранов мостового типа. Характерные сечения пролетных балок. Строительный подъем. Расчет конструкции козлового крана.

Проектирование конструкций стреловых кранов. Характерные сечения стрел. Принципы расчета порталов.

13. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ

Виды и характеристики ПРТС работ. Грузы. Грузопотоки промышленных предприятий. Генеральный план предприятия. Технология ПРТС работ как составная часть комплексной технологии производства.

Транспортное, погрузочно-разгрузочное и складское хозяйство предприятий. Складское и тарное хозяйство. Общие сведения. Склады и грузовые площадки для тарно-штучных грузов. Их параметры, устройство, оборудование и расчеты. Склады навалочных, лесных и наливных грузов.

Промышленный транспорт. Железнодорожный и автотракторный промтранспорт. Специальные виды промышленного транспорта.

Погрузочно-разгрузочные машины. Машины и оборудование напольного безрельсового транспорта. Погрузочно-разгрузочные машины периодического и непрерывного действия. Устройство, особенности применения. Эксплуатационные расчеты.

Типовые схемы механизации и автоматизации ПРТС работ на промышленных предприятиях.

Механизация ПРТС работ на внешнем промышленном транспорте. Комплексно-механизированная погрузка и выгрузка тарно-штучных грузов и контейнеров. Комплексно-механизированная погрузка и выгрузка массовых грузов. Восстановление сыпучести и удаление остатков грузов.

Механизация ПРТС работ, связанных с основными технологическими процессами производства.

Выбор средств и проектирование систем комплексной механизации и автоматизации ПРТС работ. Технико-экономическая оценка схем технологических процессов комплексной механизации и автоматизации ПРТС работ.

14. Основы робототехники

Автоматизация производственных процессов с помощью роботов и манипуляторов. Организация роботизируемого производства. Гибкие автоматизированные производства (ГАП). Автоматизированные подъемно-транспортные системы ГАП.

Конструктивное устройство и механика промышленных роботов.

Общая структурная схема промышленного робота и функции его подсистем. Конструктивно-компоновочные схемы промышленных роботов. Статика механизма манипуляторов и статические ошибки. Кинематика промышленных роботов. Динамическая модель манипулятора и его звеньев. Динамические жесткости и податливости.

Силовые приводы промышленных роботов. Типы приводов, их функциональные и структурные схемы. Компоновка и особенности электрических, гидравлических и пневматических приводов. Системы ограничения движений исполнительных органов силовых приводов.

Типовые узлы и механизмы промышленных роботов. Колонна, узлы

рук, кисти, схват. Расчетные схемы, действующие нагрузки, прочность и жесткость силовых элементов.

Системы управления роботов и манипуляторов. Классификация систем управления, функциональные схемы типовых позиционных и контурных систем программного управления. Системы управления чувственными роботами.

Экономика применения роботов. Определение производительности. Расчет цикла робота и экономического эффекта.

15. Общие вопросы технической эксплуатации дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин

Содержание понятий производственной и технической эксплуатации строительных и дородных машин. Система обеспечения надёжности строительных и дорожных машин при эксплуатации. Технический надзор, правила и безопасность работ.

Принципы системы технического обслуживания и ремонта машин. Содержание и периодичность работ. Способы повышения работоспособности машин в процессе ремонта.

Диагностика технического состояния машин. Основные положения теории, методы и способы диагностики.

Эксплуатационные мероприятия по продлению срока службы машин и их узлов. Теоретические основы обкатки машин. Обоснование периодов и режимов обкатки.

Эксплуатационные материалы. Смазочные материалы и их влияние на износ машин.

Топливо и эксплуатационные жидкости. Основные свойства и условия применения.

Монтаж подъемно-транспортных машин. Организационно-техническая подготовка к монтажу. Такелажная оснастка и монтажное оборудование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Трубников И. Ю., Павленко Т. Г. Грузоподъемные краны // Профессия инженер. – 2021. – С. 183-186.
2. Ватулин Я. С., Потахов Д. А. Моделирование взаимодействия элементов опорного контура железнодорожного грузоподъемного крана с грунтовой опорной поверхностью // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2019. – Т. 16. – №. 1.
3. Петрухин А. В. и др. Уменьшение металлоемкости грузоподъемных кранов //Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. – 2020. – С. 230-232.
4. Баловнев В. И., Селиверстов Н. Д., Данилов Р. Г. Дорожно-строительные машины гибридного типа для безотходной технологии ремонта автомобильных дорог //Механизация строительства. – 2018. – Т. 79. – №. 2. – С. 5-10.
5. Щербаков А. П., Пушкирев А. Е., Манвелова Н. Е. Рабочие механизмы строительных машин и способы технологического обеспечения прочности сварных соединений из высокопрочных сталей //Недвижимость: экономика, управление. – 2020. – №. 1. – С. 63-68.
6. Зорин В. А., Косенко Е. А. Критерии оптимизации состава комплекта машин для строительства и ремонта асфальтобетонных покрытий //Наука и техника в дорожной отрасли. – 2017. – №. 3. – С. 37-39.
7. Баловнев В. И., Данилов Р. Г., Андрюхов Н. М. Стенд для исследования процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин //Строительные и дорожные машины. – 2020. – №. 12. – С. 3-8.
8. Баловнев В. И. и др. Вопросы использования гибридных машин в технологии дорожного строительства //Строительные и дорожные машины. – 2020. – №. 7. – С. 3-6.
9. Баловнев В. И., Данилов Р. Г. Землеройные орудия и машины в дорожном строительстве //Строительные и дорожные машины. – 2018. – №. 9. – С. 28-36.
10. Пономаренко М. В., Бахарев А. А. Классификация карьерных землеройных машин и их движителей //Наука и Образование. – 2021. – Т. 4. – №. 2. – с. 151-163.
11. Кравченко С., Слепченко В. Зимняя эксплуатация землеройных машин с нормированием режущего инструмента: учебное пособие / С.М. Кравченко,

- В.А. Слепенко. – Томск: Изд-во Том. гос. Архит.-строит. ун-та, 2019. – 204 с.
12. Обитов Н. М. Производственные процессы землеройных машин на карьерах //Достижения науки и образования. – 2019. – №. 3 (44). – с. 78-86.
13. Гринчар Н. Г., Шошин А. С., Чалова М. Ю. Применение современных буровых машин в транспортном строительстве //Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2020. – №. 4. – 26-41.
14. Савченко С. И., Любanova А. Ш. Математическое моделирование процесса управления платформой буровой машины. – 2021. - № 5. – с. 37-49.
15. Захаров М. Ю., Сысоев О. Е. Механизмы для проведения буровых работ //Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. – 2020. – С. 216-219.

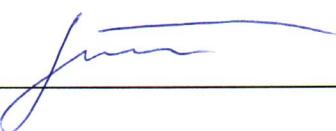
Дополнительная

16. Живейнов Н.Н., Карасёв Г.Н., Цвей И.Ю. Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин. Учебник для вузов. М.: Машиностроение. 1988, 280с.
17. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. Учебник для вузов. 2-ое издание. М.: Машиностроение. 1987, 432 с.
18. Карнаухов Н.Н., Тархов А.И. Приводы траншейных экскаваторов. Издательство «Недра». 1999, 381с.
19. Козырев Ю.Г. Промышленные работы. Справочник. М.: Машиностроение. 1988, 391 с.
20. Кружков В.А. Металлургические подъемно-транспортные машины. М.: Металлургия. 1989, 464 с.
21. Кузин Э.Н. Строительные машины. Справочник, т.1. Машины для строительных, промышленных, гражданских сооружений и дорог. М.: 1991, 469 с.
22. Кудрявцев Е.М. Основы автоматизации проектирования машин. М.: Машиностроение. 1993, 334 с.
23. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация, автоматизация и mechanovoоруженность строительства. Учеб. для вузов. М.: Стройиздат. 1989, 246с.
24. Мачульский И.И. Погрузочно-разгрузочные машины. М.: Желдориздат. 2000, 476 с.
25. Мачульский И.И., Занятой В.П., Майоров Ю.П., Вершинский А.В., Загорский Г.С. Робототехнические системы и комплексы. Под ред. И.И.

- Мачульского. М.: Транспорт. 1999, 446с.
26. Невзоров Л.А., Подзельский Г.Н., Романюха В.А. Строительные башенные краны. М.: Высшая школа. 1986, 178 с.
27. Петухов П.З., Ксюнин Г.П., Серлин Л.Г. Специальные краны. М.: Машиностроение. 1985, 248 с.
28. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение. 1983, 487 с.
29. Филиппов Б.И. Охрана труда при эксплуатации строительных машин. М.: Высшая школа. 1984, 248 с.
30. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров. 2-ое издание, переработанное и дополненное. М.: Машиностроение. 1987, 336 с.
31. Шейнин А.М. Эксплуатация дорожных машин. М.: Транспорт. 1992, 328 с.

Программа разработана

профессор, д.т.н., профессор



И.Г. Мартюченко