

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**



Затверджую:
Ректор ЦНТУ
Володимир КРОПІВНИЙ
від «10» травня 2024 року

ПРОГРАМА
фахового вступного випробування для вступу на навчання
для здобуття освітньо-наукового ступеня
«Доктор філософії»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Тема «Автомобілі і трактори»

Теорія автомобіля і трактора

Техніко-експлуатаційні характеристики машин та їх оціночні показники.

Механіка колісного рушія.

Плоский рух еластичного колеса по жорсткій дорозі. Кінематичні та силові характеристики колеса. Зчеплення колеса із опорною поверхнею, опір руху.

Еластичне коло як передаючий механізм. Кочення колеса із розвалом та сходом. Динамічні явища, які мають місце при коченні колеса. Стабілізуючі моменти колеса.

Механіка гусеничного рушія.

Кінематика гусеничного обводу. Особливості кінематики ланцюгової гусениці. Коефіцієнт нерівномірності руху гусениці.

Статика та динаміка гусеничного обводу. Статичне натягнення гусениці. Повне натягнення гусениці. Динаміка задньої ланки ланцюгової гусениці. Натягнення ланок гусеничного обводу. Динамічна характеристика гусеничного обводу.

Робота рушіїв на ґрунті, що деформується. Класифікація та механічні властивості ґрунтів. Опір руху, зчеплення та буксування колеса на ґрунті. Взаємодія гусениці з ґрунтом. Тиск на опорну поверхню та заглиблення гусениці. Зчеплення гусениці із ґрунтом та коефіцієнт зчеплення. Буксування гусениці. Втрати потужності при буксуванні.

Особливості взаємодії колісного та гусеничного рушія з піском та снігом

Механіка прямолінійного руху машини. Двигун як засіб рушійної сили. Швидкісні характеристики двигунів та їх математичне описання. Опір руху. Втрати енергії при русі. Втрати енергії у рушіях. Поняття про коефіцієнт корисної дії рушія. Рівняння прямолінійного руху машини в найбільш загальному випадку. Тягова та динамічна характеристики. Прискорення, час та шлях розгону автомобіля та трактора. Тяговий розрахунок. Процес розгону машини із трансмісіями різноманітних типів /механічними, гідродинамічними, гідрооб'ємними, електричними/.

Розподіл сил та моментів по колесах повнопривідного автомобіля. Явище циркуляції потужності. Динамічні явища в трансмісії машини та її навантаження в процесі рушання з місця і розгону.

Динамічні моделі процесу гальмування. Методи розрахунку сповільнення та гальмівного шляху. Поняття про ефективність гальмування та методи її визначення. Вплив розподілу гальмових сил по колесах автомобіля на ефективність гальмування. Оптимізація розподілу гальмових сил. Особливості гальмування машин із причепом та напівпричепом. Шляхи покращення гальмових якостей машин.

Плавність ходу.

Поняття плавності ходу та методи її оцінки. Вимоги та норми по

забезпеченню плавності ходу. Характеристики мікропрофіля опорної поверхні.

Динамічні системи, які еквівалентні двовісній та багатовісній машині, їх математичні моделі.

Частоти власних коливань. Характеристики гасителів коливань. Функції збурення вимушених коливань машин та їх аналіз. Дослідження вимушених коливань машин на електронних та механічних моделях.

Особливості коливань зчленованих машин.

Вплив плавності ходу машини на показники її техніко-експлуатаційних властивостей.

Криволінійний рух машини.

Керованість та стійкість.

Способи здійснення повороту машин. Кінематика повороту машини. Особливості кінематики повороту машин із причепом та напівпричепом.

Кочення еластичного колеса по криволінійній траєкторії. Явище збочення колеса. Фактори, які впливають на збочення колеса. Сили, що діють на колесо, при його русі по криволінійній траєкторії.

Рівняння криволінійного руху двовісних та багатовісних машин. Рівняння криволінійного руху автопоїзда. Розподіл по колесах тягових зусиль та бокових реакцій.

Поворот гусеничних машин. Опір повороту. Вплив розподілу тиску по довжині гусениці на опір повороту, а - також зовнішніх сил. Поняття про рекуперацію потужності при повороті. Поворот пасивного гусеничного причепу. Поворот з частковим заносом. Критерії оцінки тягових властивостей машини при рівномірному повороті. Управління криволінійним рухом машини без заносу та із частковим заносом

Поняття про стійкість машини. Поздовжня та поперечна стійкість. Стійкість проти перекидання, ковзання та бокового заносу. Рух по косогуру. Динамічна стійкість при перекиданні. Стійкість машини при гальмуванні.

Керованість як властивість системи "машина - водій - зовнішнє середовище". Методи та норми оцінки керованості. Поняття про сталий увід еластичного колеса. Автоколивання керованих коліс. Вплив кінематики підвіски на керованість та стійкість автомобіля.

Поняття про курсову стійкість та методи її оцінки. Аеродинамічна стійкість. Зовнішні сили, які викликають відхилення машини від заданої траєкторії.

Паливна економічність.

Сучасні вимоги та методи оцінки паливної економічності машин. Енергетичний, баланс автомобіля. Витрати палива. Паливно-економічна характеристика автомобіля. Вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на витрати палива. Шляхи покращення паливної економічності автомобіля.

Прохідність.

Поняття про прохідність машини по жорстких, м'яких та сипучих поверхнях. Характеристики ґрунтів. Методи оцінки та показники прохідності. Вплив на прохідність конструктивних та експлуатаційних факторів.

Навігаційні якості плаваючої машини. Сучасні методи розрахунку стійкості та плавучості машин на воді. Опір руху плаваючої машини по воді. Маневреність на воді. Розрахунок параметрів силової установки.

Конструювання, розрахунок автомобіля та трактора

Особливості експлуатації автомобілів та тракторів різного призначення. Порядок конструювання та розрахунків. Технічні умови проектного завдання. Методи оцінки технічного рівня і якості. Технологічність конструкції. Прогнозування і оцінка якості автомобіля і трактора. Шляхи підвищення технічного рівня і якості автомобілів. Проблеми забезпечення безпечної експлуатації автомобіля і трактора.

Основні оцінки економічної та конструктивної ефективності автомобілів та тракторів на стадії проектування".

Загальна компоновка автомобіля і трактора. Базові моделі. Вибір основних параметрів двигуна і окремих механізмів.

Загальна компоновка механізмів. Аналіз умов роботи механізмів і визначення умов що до деталей. Вимоги до встановлення агрегатів на автомобілі та трактори.

Агрегаткування. Сучасні напрямки робіт що до компоновок автомобілів і тракторів.

Методи розрахунку конструкцій. Джерела і характер збурюючих дій. Детерміновані навантаження. Випадкові навантаження. Імовірносні навантаження. Випадкові навантаження. Імовірносні методи розрахунків.

Трансмисії автомобілів та тракторів.

Призначення і основні вимоги до трансмісії. Оцінка різних типів і схем трансмісій та їх механізмів. Гідромеханічні і електричні трансмісії. Безступінчасті гідрооб'ємно-механічні трансмісії тракторів і мобільних машин. Гідрооб'ємні приводи на базі аксіально і радіально поршневих гідромашин. Трансмісійний матричний аналіз.

Основи динамічного розрахунку трансмісії. Типові динамічні моделі трансмісій автомобілів і тракторів. Визначення параметрів крутильної системи. Визначення частот і форм вільних коливань. Метод розрахунку крутильних систем. Демпфери. Вибір місця встановлення демпфера. Перехідні процеси у крутильній системі. Передавальна функція багатомасових систем. Розрахунок перехідних процесів.

Фрикційні пристрої автомобільних і тракторних трансмісій. Основні вимоги до конструкції. Параметри, які визначають надійність роботи. Коефіцієнт запасу зчеплення. Коефіцієнт тертя робочої поверхні. Визначення основних розмірів фрикційних пристроїв. Робота буксування. Розрахунок фрикційних пристроїв на питому роботу тертя і нагрівання. Розрахунок валів, дисків тертя, пружини на міцність. Матеріали, які використовують для виготовлення фрикційних пристроїв.

Основні і роздавальні коробки передач. Вихідні дані для розрахунку, принципи вибору конструктивних схем. Визначення навантажень і методи розрахунку основних деталей. Вибір підшипників і розрахунок їх

працездатності. Розрахунок синхронізаторів. Кінематичний і силовий аналіз планетарних передач. Методика розрахунку ККД.

Особливості вибору кількості зубів шестерень і розрахунку на міцність деталей планетарних передач. Надійність коробок передач. Вибір мастил і ущільнень. Графоаналітичні методи синтезу планетарних коробок передач з двома і трьома ступенями свободи.

Карданні передачі. Основні вимоги. Критична частота обертання карданного вала. Кінематичний розрахунок карданних передач. Вплив схеми карданної передачі на акустичну характеристику автомобіля. Розрахунки на міцність та довговічність.

Основні вимоги та вихідні дані для розрахунку бортових редукторів. Розрахунок валів і шестерень. Підбирання підшипників, мастил та ущільнювачів. Оцінка різних конструкцій бортових редукторів. Конструкція і особливості розрахунку гідродинамічних, гід्रोоб'ємних передач та електричних мотор-колес.

Ведучі мости. Конструкція головних передач і диференціалів. Розрахунок і рекомендації по конструюванню простих диференціалів підвищеного тертя.

Визначення коефіцієнта блокування міжколісного диференціала.

Механізми керування автомобілів та тракторів.

Основні показники безпеки руху. Спеціальні пристрої для забезпечення ефективності і безпеки автомобілів та тракторів у нормальних і екстремальних кліматичних умовах.

Основні дані для розрахунку гальмових систем. Порівняльна оцінка різних типів гальмових систем. Статичні і динамічні характеристики гальмового привода. Робочий процес і конструкції регуляторів гальмових сил. Розрахунок протиблокувальних пристроїв. Динамічні властивості і передаточні функції гальмових систем з підсилювачами. Визначення навантажень і розрахунок основних елементів стрічкових, дискових та барабанних гальм.

Сервоприводи колісних та гусеничних машин, методи вибору їх параметрів, елементи конструкції розрахунку.

Вимоги до механізмів повороту гусеничних тракторів. Вихідні розрахункові дані. Порівняльна оцінка різних типів механізмів повороту. Графоаналітичний метод синтезу кінематичних схем механізмів повороту.

Системи рульового керування. Компонувальні схеми і методи оцінки. Вплив кінематики рульового привода на експлуатаційні властивості автомобілів та тракторів. Геометричний розрахунок рульового привода. Розрахунок системи рульового привода на міцність.

Динамічні властивості і передаточні функції системи рульового керування з підсилювачами. Схеми підсилювачів. Надійність систем рульового керування.

Ходова система автомобілів та тракторів.

Компонувальні схеми підвісок. Кінематика і розрахунок на міцність напрямних пристроїв. Розрахунок навантажувальних характеристик пружних елементів, амортизаторів і стабілізаторів. Оцінка довговічності підвіски.

Вимоги до гусеничного рушія. Сили, які діють у гусеничному обводі.

Динамічні навантаження при коливанні ланцюгів гусениць. Динаміка взаємодії гусениць з опорними катками. Зачеплення гусениць з ведучими колесами. Розрахунок ланок і шарнірних зчленувань. Побудова профілю зуб'їв ведучих коліс. Розрахунок опорних котків. Розрахунок натяжного пристрою. Способи підвищення довговічності гусеничного рушія.

Несучі системи автомобілів та тракторів.

Рамні, зчленовані, безрамні та напіврамні остови автомобілів та тракторів. Оцінка конструкцій і методи їх розрахунку на міцність. Сучасні методи розрахунку несучих систем. Метод кінцевих елементів для розрахунку несучих систем, кабін, кузовів. Пасивна безпека несучих систем, кабін, кузовів.

Кузова і кабіни. Конструкції і розрахунок кузовів і кабін. Розташування і компоновка органів керування. Питання художнього конструювання. Сервоприводи колісних і гусеничних машин, методи вибору їх параметрів. Елементи конструкції і розрахунку.

Випробовування автомобілів і тракторів

Завдання та види випробовування. Лабораторні та дорожні науково-пошукові випробовування на моделях, макетах, натурних об'єктах. Випробовування для сертифікації продукції згідно національних і міжнародних нормативів. Заводські, прийомочні, державні випробовування. Методи порівняльних і ресурсних випробовувань. Різновидності та методи випробовувань в умовах полігонів, машино випробувальних центрів і станцій; перспективи їх розвитку. Оцінка довговічності та надійності конструкцій.

Стратегія експерименту. Класифікація, основні етапи, організація експериментальних робіт. Застосування математичних методів планування експерименту при складанні методики випробовувань. Оцінка точності вимірів.

Характеристики сучасної вимірювальної та реєструючої апаратури. Тензометричні ходові лабораторії, накопичувачі інформації в блоках під час випробовувань, автоматизовані системи обробки одержаних даних за програмами на ЕОМ. Методика вимірювання на автомобілі, тракторі і силових параметрів на механічних системах, напруженості в деталях, потужності і витрат палива двигуном. Випробовування елементів бортових автоматичних систем керування автомобілем і трактором, пасивної і активної безпеки, засобів охорони навколишнього середовища.

Обробка даних експерименту, застосування ЕОМ. Обчислення параметрів емпіричних формул, складання рівнянь регресії, гістограм. Узагальнення емпіричних даних методами теорії ймовірності та математичної статистики з визначенням параметрів заносу розподілення.

Оформлення звіту за результатами випробовування, публікація, депонування роботи. Визначення очікуваної вартості, плану та строків випробовування автомобіля, трактора. Оцінка економічної ефективності експериментального дослідження. Рекомендації по впровадженню висновків із випробувань у виробництво.

Рекомендована література:

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підручник. –3-тє видання. –К.: Арістей, 2007. –476 с.
2. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. Т. 1: Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин : підручник / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов; ред.: А. П. Марченко, А. Ф. Шеховцов. – Харків : Прапор, 2004. – 384 с.
3. Трактори та автомобілі. Ч. 3. Шасі: Навч. посібник / А.Т. Лебедев, В.М. Антощенко, М.Ф. Бойко та ін.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.: іл.
4. Теорія електроприводу транспортних засобів: підручник / А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун, І.С. Трунова. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 292 с.
5. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М.О. Осташевський, О.Ю. Юр'єва; за ред. В.І. Мілих. – Харків: ФОП Панов А.М., 2017. – 452 с.
6. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін; за ред. В.І. Мілих. – Київ: Каравела, 2018. – 688 с.
7. Кубіч В. І. Ходова частина гусеничних машин: навчальний посібник – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 247 с.
8. Налобіна О.О. Випробування, сертифікація і стандартизація машин: навч. посібник. – Рівне: НУВГП. 2018. – 259 с.
9. Юхимчук С.Ф. Випробування та сертифікація сільськогосподарської техніки: Навчальний посібник. – Луцьк: Ред.-відділ Луцького НТУ, 2017. – 136 с.
10. Кожушко А. П. Ергономічні властивості та екологія транспортних засобів [Електронний ресурс] : навч. посібник / А. П. Кожушко, Є. І. Калінін ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2022. – 352 с.
11. Островерх О. О. Керованість та стійкість рух тракторів : навчальний посібник / О. О. Островерх, В. М. Краснокутський, Т. О. Крюкова. – Харків : Друкарня Мадрид, 2021. 156 с.
12. Автомобілі. Основи конструкції , теорія. Навчальний посібник. В. І. Сирота, В. П. Сахно . 2007 р. –288 с.
13. Теорія руху автомобіля : підручник / В. П. Волков, Г. Б. Вільський. – Сумі: Університетська книга, 2010. – 320 с.
14. Динаміка процесу гальмування колісних тракторів з безступінчастими гід्रोоб'ємно-механічними трансмісіями: Монографія / А.І. Бондаренко. – Харків: «Федорко», 2015. – 220 с.

Тема «Автоматизоване проектування транспортних засобів високої прохідності»

Зовнішні сили і моменти, що діють на транспортний засіб високої прохідності (ТЗВП) в загальному випадку прямолінійного руху по рівних ґрунтах, що деформуються. Сили і моменти, що діють на підресорений корпус

ТЗВП в загальному випадку прямолінійного руху по нерівній дорозі. Характер нелінійностей зовнішніх сил. Диференціальне рівняння прямолінійного руху. Тягово-зчіпна характеристика ТЗВП. Основні характеристики зовнішнього середовища, що визначають опір руху. Необхідна сила тяги. Сила тяги по двигуну. Сила тяги по зчепленню. Розгін і гальмування. Фактори, що впливають на час і шлях при розгоні і гальмуванні. Опір руху на ґрунтах з низькою несучою здатністю. Епюра тиску по опорній поверхні рушіїв ТЗВП при усталеному русі.

Середній і ефективний тиск. Методи оцінки прохідності ТЗВП по слабких ґрунтах. Критерії оцінки прохідності. Організація повороту ТЗВП. Залежність коефіцієнта опору повороту гусеничної машини від радіуса повороту. Вплив епюри розподілу питомого тиску по довжині гусениці на момент опору повороту. Умови заносу гусеничної машини при повороті.

Енерговитрати при русі ТЗВП. Внутрішні втрати потужності у вузлах і системах шасі. Їхній порівняльний аналіз. Загальний ККД ТЗВП. Запас ходу. Розрахунок запасу ходу при відомому зовнішньому опорі і заданій швидкості руху.

Курсова стійкість руху ТЗВП. Фактори, що визначають курсову стійкість. Вимоги. Статична і динамічна стійкість у характерних умовах руху, включаючи подолання перешкод, підйомів, крутих спусків і т.д. Забезпечення стійкості.

Вимоги до плавності ходу ТЗВП. Розрахункова оцінка плавності ходу машин. Умови руху. Критерій оцінки і методи рішення.

Способи подолання водних перешкод. Запас плавучості. Статична і динамічна стійкість. Водохідні рушії плаваючих ТЗВП. Сила тяги на плаву. Занурювання ТЗВП і способи його запобігання. Способи керування ТЗВП на воді.

Фактори, що обмежують можливість реалізації максимальної швидкості руху ТЗВП в системі «людина – машина – місцевість».

Методи розрахункового визначення середньої швидкості руху ТЗВП з урахуванням ергономічних факторів, що впливають на їхнє формування.

Вимоги до загального компоунування ТЗВП із урахуванням розміщення екіпажа та автоматичних систем керування.

Класифікація і порівняльна оцінка загальних компоунвань сучасних ТЗВП і тенденція розвитку.

Основні принципи систем автоматизованого проектування, проектування при виборі принципів компоновочних рішень.

Вимоги, пропоновані до моторних установок з урахуванням особливих умов експлуатації, критерії оцінки. Склад моторної установки, загальне компоунування моторно-трансмійного відділення, пристосованість до техобслуговування й ремонту.

Особливості моторних установок з поршнеvim і газотурбінним двигунами.

Характеристики двигунів в об'єктивних умовах. Шляхи підвищення

агрегатної потужності двигунів.

Основні системи моторної установки. Система запуску, вимоги до системи, типи систем і їхнє функціонування. Холодний запуск, засоби полегшення запуску, система передпускового підігріву.

Система змащення: існуючі схеми, конструкція і робота основних елементів, вимоги до сучасних масел і їхніх характеристик.

Система охолодження: вимоги до системи, типи систем, принцип роботи основних вузлів, розрахунок ефективності систем і характеристики її вузлів.

Система повітропостачання, повітряної очистки і пиловидалення; вимоги до системи.

Система запуску, основні принципи проектування.

Вибори кількості і способу розбивки передач із урахуванням реальних умов експлуатації ТЗВП при прямолінійному русі.

Вплив типу трансмісії на динамічність ТЗВП – кількість передач, час їхнього перемикавання, методи оцінки динамічності і шляхи її підвищення.

Вибір і обґрунтування типів вузлів трансмісій, що впливають на гальмові якості ТЗВП – вибір зупиночних гальм (сухого і мокрого тертя) з урахуванням характеристик системи керування.

Вибір і обґрунтування величин розрахункових радіусів повороту при застосуванні різних типів механізмів повороту (МП) ТЗВП.

Вплив типу МП на характеристики керованості ТЗВП у криволінійному русі – розробка оцінних параметрів, визначення характеристик різних МП.

Коробки передач (КП) вальні механічні. Класифікація, вимоги до КП, основні шляхи виконання цих вимог. Кінематичний розрахунок КП, конструкція.

Планетарні коробки передач (ПКП). Класифікація, порівняльна оцінка. Кінематичний і силовий аналіз ПКП. Основи синтезу ПКП із двома і трьома ступенями свободи.

Особливості підбора числа зубів шестірень і міцнісний розрахунок деталей ПКП. МП гусеничних машин (ГМ). Класифікація, вимоги до МП. Аналіз виконаних конструкцій МП. Порівняльна оцінка МП.

Класифікація двопоточних МП і їхня порівняльна оцінка.

Кінематичний і міцнісний розрахунок двопоточних трансмісій.

Фрикціони і гальма трансмісій. Вимоги до фрикціонів і гальм і основні шляхи їхнього виконання.

Класифікація і аналіз конструкцій гальмівних механізмів. Метод розрахунку фрикційних елементів на зносостійкість, на нагрівання. Особливості розрахунків на міцність.

Гідромеханічні трансмісії (ГМТ) ТЗВП. Гідротрансформатори (комплексні гідродинамічні передачі), їхні типи, аналіз конструкцій і характеристик.

Класифікація ГМТ, аналіз виконаних конструкцій.

Особливості побудови тягової характеристики ТЗВП із ГМТ.

Питання спільної роботи ГМТ із ДВЗ.

Трансмісії з використанням гідрооб'ємних передач (ГОП).

Класифікація, вимоги, аналіз виконаних конструкцій ГОП.

Основні типи гідромашин, застосовуваних у трансмісіях з ГОП, вимоги до них, характеристики.

Особливості розрахунку ККД трансмісії з ГОП.

Спільна робота трансмісії з ГОП і ДВЗ.

МП із ГОП, класифікація, аналіз виконаних конструкцій, вимоги.

Способи очищення трансмісійного масла. Конструкції фільтрів. Вибір місця установки фільтрів у гідросистемі трансмісії.

Гусеничний рушій – загальні принципи конструювання, об'ємно-вагові характеристики. Розрахунок на міцність, довговічність і нагрівання траків, пальців, опорних котків, напрямних коліс та натяжних механізмів, ведучих коліс.

Оцінка втрат у гусеничному рушії та прохідності рушії.

Колісний рушій – загальні принципи конструювання, класифікація і позначення шин і колісних дисків. Оцінка прохідності колісного рушії.

Системи підресорювання (СП) ТЗВП: вимоги, класифікація.

Основи розрахунку пружних, демпфуючих і напрямних елементів СП.

СП із металевими керованими елементами. Гідропневматичні підвіски – основи конструювання і розрахунку.

Технічне обслуговування СП і ходової частини ТЗВП і пристосованість їх до ремонту.

Органи керування рухом ТЗВП, їхні конструкції, вимоги до розташування щодо місця механіка-водія, вимоги по ходам і зусиллям.

Гальмові системи ТЗВП: вимоги, класифікація; основи розрахунку.

Рульове керування КМ: вимоги, класифікація; основи розрахунку.

АБС: вимоги, класифікація, вибір параметрів.

Системи ESP, EPV і т.д. Вимоги, класифікація.

Механічні приводи керування, конструкція, методика розрахунку.

Методика розрахунку ККД механічного приводу керування.

Системи автоматичного і напівавтоматичного керування трансмісіями, їхнє призначення, особливості і принципи роботи, обґрунтування і вибір законів перемикавання і блокування.

Процес керування ступінчастою трансмісією. Характеристики, вимоги, особливості. Пристрої, що управляють процесом перемикавання передач і повороту, їхня робота, методика розрахунку.

Елементи електро- і пневмогідравлічних систем керування рухом.

Структурні схеми систем керування. Елементи і ланки систем автоматичного керування. Часові та частотні характеристики лінійних динамічних ланок. ТЗВП як елемент системи автоматичного керування.

Рекомендована література:

1. Теорія електроприводу транспортних засобів: підручник / А.В. Гнатів, Щ.В. Аргун, І.С. Трунова. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 292 с.
2. Чобіток В.О. Конструкція і розрахунок танків та БМП / Чобіток

В.О., Брижинець Ю.М., Долчанов А.О. – М.: Військове видавництво. 1980. (рос. мов.).

3. Остащевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М.О. Остащевський, О.Ю. Юр'єва; за ред. В.І. Міліх. – Харків: ФОП Панов А.М., 2017. – 452 с.

4. Міліх В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка / В.І. Міліх, О.О. Шавьолкін; за ред. В.І. Міліх. – Київ: Каравела, 2018. – 688 с.

5. Танки і танкові війська: вчора, сьогодні, завтра: Монографія / Л. П. Кривизюк, О. О. Юрчук. – Львів: Ліга Нова, 2014. – 362 с.

6. Математичне моделювання процесів збуреного руху агрегатів і систем бронетанкової техніки: Навч. посібник: в 2ч. – Т1. / Александров Є.Є., Волонцевич Д.О., Дущенко В.В., та інші. – Харків: НТУ «ХПИ», 2012. – 356 с. (рос. мов.).

7. Конструювання і розрахунок колісних машин високої прохідності. Підручник для вищих технічних навчальних закладів / М.Ф. Бочаров, І.С. Цитович, А.А. Полунгян і др. Під заг. ред. М.Ф. Бочарова, І.С. Цитовича. – М.: Машинобудування, 1983. – 299 с. (рос. мов.).

8. Зінько Р. В. Основи конструктивного синтезу та динаміка спеціальних автомобілів і технологічних машин: монографія / Р. В. Зінько, Л. В. Крайник, О. З. Горбай; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2019. – 344 с.: іл.

9. Кубіч В. І. Ходова частина гусеничних машин: навчальний посібник – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 247 с.

Тема «Гідролічні машини та гідропневмоагрегати»

Механіка рідини та газу

Моделі рідини. Основні властивості рідини та газу. Методи розв'язання гідродинамічних задач. Фізичний та розрахунковий експеримент.

Гідростатика. Загальні закони. Рівняння Ейлера для рідини в спокої. Сили тиску рідини на стінки. Відносний спокій рідини.

Кінематика рідини. Два методи опису руху рідини. Лінії та трубки току, рівняння нерозривності. Загальний характер руху рідкої частинки, теорема Коші-Гельмгольца. Вихрові лінії та трубки; теореми Стокса, Гельмгольца, Кельвіна (Томсона). Потенційний рух. Плоскі потоки нестисливої рідини, функція току.

Загальні рівняння руху суцільного середовища. Закони збереження маси, кількості руху (імпульсу), моменту кількості руху (моменту імпульсу) та енергії. Напружений стан рідини. Рівняння динаміки суцільного середовища в напруженнях.

Динаміка суцільного середовища. Рівняння динаміки ідеальної рідини в формах Ейлера та Громека-Ламба. Інтеграл Коші-Лагранжа, Ейлера та Бернуллі. Рівняння Бернуллі для елементарної струминки току і трубопроводу

кінцевого розміру. Рівняння Бернуллі для відносного руху рідини у системі координат, яка обертається. Ізотермічний рух досконалого газу. Адіабатний рух ідеального газу. Рівняння балансу енергії для адіабатичного руху ідеального і досконалого газу. Ізоентропічні формули.

Однорозмірний потік ідеального газу. Однорозмірний стаціонарний рух газу по трубі перемінного перерізу. Витікання через сопло, сопло Лавалю. Однорозмірний рух газу по круглій циліндричній трубі при наявності опору. Розповсюдження в газах збурень кінцевої інтенсивності. Скачки ущільнення.

Плоскі потенційні потоки. Плоско-паралельний рівношвидкісний рух; потік джерела, вихору, диполю. Безциркуляційне і циркуляційне обтікання циліндра, розподілення швидкостей і тисків. Теорема Жуковського про підйомну силу. Постановка задачі обтікання крилового профілю, характеристики профілю.

Просторові безвихрові течії. Застосування криволінійних координат. Осесиметричні потоки.

Однорозмірна течія в'язкої рідини. Рівняння Бернуллі. Режими течії. Опір руху рідини при ламінарному і турбулентному режимах. Місцеві гідравлічні опори. Витікання рідини через отвори і насадки. Гідравлічний розрахунок трубопроводів. Кавітаційні явища. Гідравлічний удар в трубах, формула Жуковського.

Ньютонівська в'язка рідина. Рівняння Нав'є-Стокса. Ламінарний усталений рух рідини в трубопроводі круглого перерізу, між двома пластинами та між соосними циліндрами при різних граничних умовах. Подібність двох потоків, критерії Ейлера, Фруда, Рейнольдса, Струхалю, Маха. Кавітаційні критерії Тома, Руднева.

Турбулентне напруження в рідині. Рівняння Рейнольдса. Розв'язання гідродинамічних задач у випадку турбулентного руху рідини.

Основи теорії граничного шару. Умовні параметри граничного шару. Рівняння Прандтля. Розрахунок граничного шару на плоскій пластині і по профілю малої кривизни. Перехід ламінарного граничного шару у турбулентний, відрив граничного шару.

Механіка гідросумішей. Класифікація і основні характеристики гідросумішей. Способи осереднення параметрів руху фаз. Осереднені рівняння збереження маси, кількості руху та енергії. Перші інтеграли рівнянь динаміки сумішей. Рівняння Бернуллі для потоку гідросуміші у криволінійних каналах. Відносний рух гідросуміші у криволінійних каналах. Втрати при течії гідросуміші в трубах і на місцевих опорах.

Неньютонівські рідини. Класифікація, емульсії та суспензії. Реологічні властивості висококонцентрованих тонкодисперсних сумішей. Віскозіметрія. Залежність реологічних властивостей суспензій від концентрації та гранулометричного складу твердої фази. Залежність форми запису числа Рейнольдса від реологічного закону рідини. Особливості ламінарного та турбулентного рухів неньютонівських рідин. Гідравлічний опір при різних режимах течії неньютонівських суспензій. Статична та динамічна стабільність неньютонівських дисперсних суспензій.

Газорідинні потоки. Параметри двофазних систем, фазові переходи. Рівняння збереження маси, кількості руху та енергії. Динамічна подібність при течії двофазних середовищ. Енергетична подібність двофазових середовищ. Термодинамічні процеси у двофазних системах.

Теорія лопатевих гідромашин

Визначення гідравлічних машин та їх класифікація. Класифікація по принципу дії. Види об'ємних, лопатевих і вихрових гідромашин. Основні параметри гідромашин.

Загальні основи теорії лопатевих гідромашин. Кінематичні параметри потоку в робочому колесі. Рівняння динаміки в застосуванні до обмеженого об'єму рідини: рівняння нерозривності, рівняння руху в нерухомій і рухомій системах координат. Закон збереження (зміни) кількості руху. Момент сили дії потоку рідини на стінки нерухомого каналу і каналу, який обертається. Закон збереження енергії. Закон зміни кінетичної енергії. Рівняння переносу механічної енергії через замкнуту обмежену поверхню. Рівняння переносу енергії у відносному русі. Енергія, яка передається рідиною стінкам каналу. Інтегральні характеристики взаємодії потоку рідини з робочим колесом: момент на робочому колесі відносно осі обертання, гідравлічна потужність на робочому колесі, теоретичний напір, коефіцієнт корисної дії (ККД), гідравлічні сили, які діють на робоче колесо і лопать робочого колеса.

Подібність і моделювання в гідромашинах. Подібність гідромеханічних процесів. Фізичні основи подібності. Критерії подібності. Основи теорії розмірностей. π - теорема. Безрозмірні характеристики. Коефіцієнт швидкохідності. Моделювання в гідромашинах. Геометрична і кінематична подібність. Критерії динамічної подібності. Подібність в лопатевих насосах, формули подібності. Подібність в гідродинамічних передачах, формули подібності.

Баланс енергії в гідромашинах. Втрати енергії. Коефіцієнт корисної дії і баланс лопатєвого насоса, гідравлічної турбіни, гідродинамічної передачі.

Кавітація в гідромашинах. Сутність кавітації. Умови виникнення, розвитку і наслідки кавітації в гідромашинах. Види кавітації в гідромашинах. Параметри, що характеризують стійкість гідромашин проти кавітації. Умови подібності при кавітації.

Гідродинамічна теорія решіток (каскаду профілів). Види решіток. Задачі теорії решіток. Узагальнення формули Жуковського для підйомної сили в решітці. Графічний спосіб Жуковського побудови профілю. Рівняння Ейлера для гідромашин. Зв'язок циркуляцій в решітках, рівняння Руднева. Гідродинамічна модель робочого колеса з безкінечно-великим числом безкінечно-тонких лопатей. Гідродинамічний розрахунок плоскої решітки профілів методом особливостей. Розрахунок плоскої прямої решітки профілів кінцевої товщини. Решітка тілесних профілів на криволінійних поверхнях току в шарі змінної товщини. Гідродинамічний розрахунок лопатєвих систем гідромашин в осесиметричному потоці. Постановка прямих осесиметричної і решіткової задач, квазітрирозмірний метод розрахунку потоку в робочому

колесі. Постановка обернених осесиметричної і решіткової задач, квазітрирозмірний метод профілювання лопаті. Трирозмірні постановки задачі розрахунку лопатевих систем.

Характеристики гідромашин. Основні визначення і види. Експлуатаційні (робочі) характеристики по видам лопатевих гідромашин. Характеристики модельних проточних частин. Відносні параметри і характеристики. Універсальні характеристики і характеристичні поверхні.

Теорія автоматичного керування та динаміка гідропневмосистем

Основні поняття і визначення. Види систем автоматичного регулювання і керування, класифікація. Основні елементи регуляторів і керуючих систем. Задачі дослідження і розрахунку систем автоматичного регулювання і керування.

Статика і динаміка автоматичних систем. Математичні моделі систем. Характеристики систем. Лінеаризація характеристик і рівнянь при опису систем.

Динамічні ланки і структурні схеми лінійних систем регулювання і керування. Стійкість систем, критерії стійкості. Методи дослідження впливу параметрів системи на її стійкість.

Якість регулювання і методи синтезу керуючих пристроїв. Розрахунок перехідних процесів. Оцінка якості перехідних процесів. Точність регулювання систем. Синтез керуючих ланок.

Нелінійні системи, метода їх аналізу. Імпульсні і цифрові системи. Оптимальне керування системами.

Задачі динаміки гідро- і пневмосистем, основні рівняння. Види математичних моделей гідропневмосистем. Методи аналізу динамічних режимів гідропневмосистем.

Динамічні характеристики гідравлічних і пневматичних ліній. Характеристики регулюючих і розподільних пристроїв. Математична модель, структурна схема і аналіз стійкості слідкуючих гідромеханічних і пневматичних приводів з дросельним регулюванням.

Електрогідравлічні і електропневматичні слідкуючі приводи з дросельним регулюванням. Функціональні схеми, математичні моделі, структурні схеми. Динамічний розрахунок.

Гідроприводи з об'ємним регулюванням. Принципова і розрахункова схеми, математична модель, структурна схема. Динамічний розрахунок.

Гідравлічні і пневматичні системи з автоматичними регуляторами. Функції автоматичних регуляторів. Математичні моделі систем автоматичного регулювання об'ємних насосів. Динаміка гідросистем з насосом, що регулюється.

Об'ємні гідро- і пневмомашини та приводи

Основні поняття і визначення. Параметри, конструктивні схеми і принцип дії об'ємних гідро- і пневмомашин. Класифікація. Ідеальний і реальний робочий процеси. Індикаторна діаграма. Дійсна подача. Зв'язки між

кінематичними і силовими параметрами. Математична модель робочого процесу. Рух в'язкої рідини в щільних елементах об'ємних гідромашин.

Поршневі насоси зворотно-поступальної дії. Конструктивні схеми. Кінематика. Подача, нерівномірність подачі. Повітряні ковпаки. Інерційні втрати. Теорія дії клапанів. Класифікація і розрахунок клапанів. Вплив клапана на індикаторну діаграму. Поршневі компресори, теоретичний адіабатний і політропний цикли ступені, індикаторна потужність, багатоступінчате стиснення, укомпоновочні рішення.

Радіально-поршневі і аксіально-поршневі гідромашини. Конструктивні схеми. Кінематика. Сили, діючі на основні елементи гідромашин. Розподіл рідини.

Пластинчаті гідромашини: конструктивні схеми, кінематика робочих органів, подача і розподіл рідини, розрахунок основних елементів. Шестеренні гідромашини: конструктивні схеми, кінематика робочих органів, процес переносу рідини, розрахунок основних елементів. Гвинтові гідромашини: конструктивні схеми, геометрія робочих органів, зусилля на гвинтах і їх опорах, розвантаження гвинтів. Пневмомашини-аналоги по принципу дії і конструктивним рішенням.

Парові насоси. Конструктивні схеми. Кінематика. Паророзподілення. Приводні насоси.

Об'ємні гідропередачі. Класифікація і схеми. Гідропередачі з об'ємним регулюванням і незамкнутою циркуляцією рідини, схеми живлення, диференційне рівняння об'ємної, гідропередачі. Гідропередачі з дросельним регулюванням: схеми з різними способами установки дроселя відносно гідродвигуна, статичні характеристики, схеми з регулятором потоку. Об'ємні гідромеханічні передачі.

Гідроперетворювачі зворотно-поступального і обертального типів. Силові гідроциліндри: конструктивні схеми, розрахунок швидкості і зусилля, яке розвивається, поршневих, телескопічних, мембранних і сільфонних гідроциліндрів. Моментні гідроциліндри: конструктивні схеми, розрахунок кутової швидкості і крутильного моменту пластинчатих, коромислових, кривошипно-шатунних, реєчних і гвинтових гідроциліндрів. Об'ємне і дросельне регулювання швидкості гідродвигуна.

Області використання і порівняльні характеристики гідро- і пневмоприводів, структура і складові частини привода. Типові схеми використання в об'ємних приводах клапанів тиску, розподільників і дроселюючих апаратів. Схеми підключення двигунів в груповому приводі. Способи синхронізації об'ємних гідродвигунів, визначення тиску і витрат рідини в гідродвигунах і повітря в пневмодвигунах. Динаміка рухомих елементів в об'ємних приводах, приведення маси і сили до вихідної ланки приводу при постійному і змінному передаточних відношеннях. Течія робочого середовища через дроселюючі пристрої приводів. Динамічні процеси в гідро- і пневмолініях. Джерела живлення в приводах стаціонарних і мобільних машин. Процеси передачі і розсіювання енергії в об'ємних приводах.

Двопозиційні гідро- і пневмоприводи з релейним керуванням. Дросельне регулювання швидкості об'ємного гідроприводу. Гідроприводи з пропорційним, електричним, керуванням. Гідравлічні підсилювачі потужності. Слідкуючі гідро- і пневмоприводи з дросельним керуванням. Гідроприводи з машинним керуванням. Об'ємні приводи дискретної дії. Вібраційні гідро- і пневмоприводи.

Гідропневмоавтоматика

Основні поняття і визначення. Сфери застосування систем гідропневмоавтоматики. Особливості фізичних процесів в гідравлічних і пневматичних пристроях автоматики. Підготовка робочих рідин і газів для систем гідропневмоавтоматики. Вимоги до робочих рідин. Фільтри, гідробаки, гідроакумулятори, теплообмінники, насосні установки. Вимоги до газів. Фільтри, вологовідділювачі, розпилювачі.

Гідроавтоматика. Типові схеми гідросистем з безперервним і дискретним керуванням, функціональні особливості елементів цих систем. Вибір робочого елемента. Гідродинаміка і тепловий розрахунок пристроїв гідроавтоматики. Оцінка стисливості рідини. Розрахунок течії в щілинах з урахуванням нагріву рідини і теплопередачі. Облітерація щілин. Теплове розширення і термоклин. Ущільнення елементів гідросистем. Гідравлічні двигуни, розподільники, клапани. Гідропідсилювачі. Елементи дискретної автоматики. Джерела живлення гідросистем. Гідролінії.

Пневмоавтоматика. Пневматичні виконавчі пристрої, класифікація і будова. Термодинамічний аналіз робочого процесу пневмодвигуна. Динамічні властивості пневмодвигунів. Розподільна апаратура, класифікація і основні характеристики розподільників. Підсилювачі потужності. Зворотні клапани. Регулююча пневмоапаратура, принципи дії і зовнішні характеристики. Класифікація пневмоприводів, їх основні параметри і характеристики. Пневмопривод циклічної дії і слідкуючі пневмоприводи. Елементна база засобів пневмоавтоматики, будова, принцип дії, основні характеристики. Елементи струминної автоматики, будова, принцип дії, основні характеристики. Пристрої пневмоавтоматики, що реалізують різні алгебраїчні функції і часові операції.

Основи розрахунку і проектування елементів і пристроїв гідропневмоавтоматики. Пневматичні і гідравлічні керуючі і регулюючі пристрої мембранного типу, в яких використовуються принципи компенсації переміщень, компенсації сил, компенсації витрат, вільних мембран. Пневматичний лінійний пульсуючий опір. Часові пристрої. Пристрої струминної автоматики, які будуються на принципах взаємодії струменів, притягання струменя до стінки, турбулізація силового струменя. Струмінні модулі. Гідроапаратура з дистанційним пропорційним керуванням на базі лінійних електромагнітів з електронними узгоджувачами блоками.

Гідродинамічні машини і передачі

Основні поняття і визначення. Параметри, конструктивні схеми і

принцип дії гідродинамічних машин і передач. Класифікація.

Лопатеві насоси. Гідродинамічна подібність. Коефіцієнт швидкохідності і кавітаційний коефіцієнт швидкохідності, як показники конструкції. Показники якості динамічних насосів.

Характеристики лопатевих насосів, робота в системі. Напірні теоретична, дійсна, чотирьохквADRантна характеристики. Форма напірних характеристик і геометрія проточної частини. Характеристична напірна поверхня. Баланс енергії, оптимальний режим роботи. Кавітаційні характеристики насосів різної швидкохідності. Характеристики вібраційна, шумова, самовсмоктування. Характеристика мережі, робоча точка, помпаж. Регулювання режиму роботи. Послідовна і паралельна робота насосів на розгалужену мережу.

Способи проектування лопатєвого насоса. Вибір частоти обертання приводу, конструктивної схеми. Проектування по моделі. Масштабний ефект, вплив частоти обертання і властивостей перекачуваного середовища. Задача проектування проточної частини заново. Допоміжні вузли: розвантаження гідродинамічних сил, опори, ущільнення, корпус, вакуумна система.

Відцентрові насоси. Гідродинамічні і геометричні параметри робочого колеса, зв'язки між ними. Реактивність. Визначення габаритних розмірів колеса. Вибір числа лопатей та їх кутів на виході. Методи профілювання лопатей. Функції і класифікація підводів і відводів, їх вплив на характеристику насоса. Модель течії і рівняння спіральної камери. Проектування напівспірального підводу. Пропускна здатність спірального відводу, його проектування. Проектування напрямного апарату і комбінованих відводів. Кавітаційні явища в насосі, визначення місця найменшого тиску. Вплив параметрів проточної частини на антикавітаційні якості насоса. Шнековідцентрові ступені. Осьове зусилля, його розвантаження. Гідрравлічна п'ята. Радіальні зусилля на колесі насоса, способи розвантаження. Сили, що виникають в ущільненнях, вплив геометрії ущільнень на динаміку ротора. Види втрат енергії, їх залежність від швидкохідності і режиму роботи. Розрахунково-експериментальне визначення втрат енергії по видам. Уніфікація насосів.

Осьові і діагональні насоси. Гідродинамічні і геометричні характеристики робочого колеса, зв'язки між ними. Вибір основних конструктивних параметрів осьових лопатєвих систем. Розрахунок прямої решітки профілів, компоновка лопаті осьового колеса. Проектування діагонального колеса струминним, решітчастим і комбінованим методами. Підводи і відводи, їх вплив на характеристики насоса і проектування. Вхідний регулюючий апарат, поворотно-лопатєві колеса. Проектування осьових коліс шнековідцентрових ступенів. Профільна і непрофільна кавітація. Осьова сила. Міцність лопаті колеса. Втрати енергії. Розрахункове прогнозування енергетичних і кавітаційних характеристик.

Перехідні процеси в насосах. Типи і основні рівняння. Характеристики насосної установки. Основні схеми пуску насосної установки, розрахунок

перехідних процесів. Відключення двигуна, розрахунок перехідних процесів. Розрив трубопроводу. Угоні режими. Вихід із ладу двигуна. Критична частота обертання ротора, жорсткі і гнучкі ротори. Вплив жорсткості опор на критичну частоту обертання.

Гідравлічні турбіни. Технічні схеми використання енергії потоку в гідроенергетиці. Номенклатура енергетичних гідротурбін. Гідродинамічний привод роздільного типу. Рекуперативні гідротурбіни.

Характеристики гідротурбін. Подібність, зведені величини, коефіцієнт швидкохідності. Головна універсальна характеристика. Визначення основних параметрів по характеристиці моделі. Експлуатаційна характеристика. Розгінна частота обертання,

Енергетичні гідротурбіни. Кінематичні характеристики потоку, вплив на них режиму роботи турбіни. Регулювання витрати. Комбінаторний режим. Спіральна камера, її розрахунок. Статор. Направляючий апарат, форма лопаток. Відсмоктуюча труба. Баланс енергії. Втрати енергії по видам і елементам проточної частини. Масштабний ефект, перерахунок гідравлічного ККД. Кавітація, кавітаційна ерозія, кавітаційний коефіцієнт і висота відсмоктування. Подібність при кавітації. Розрахунок робочих коліс. Гідродинамічні методи проектування решіток профілів.

Оборотні гідромашини. Робочий процес насосного і турбінного режимів. Причини розходження оптимальних параметрів турбінного і насосного режимів. Передумови вибору параметрів елементів проточної частини. Структура меридіанного потоку в колесі, її вплив на характеристики гідромашини. Вплив висоти всмоктування і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності на граничну потужність гідромашини.

Гідродинамічні передачі. Особливості робочого процесу і подібність. Рівняння гідравлічних моментів. Баланс енергії. Тепловий баланс. Кавітація, тиск живлення. Число кавітації. Осьові сили. Гідромеханічні передачі. Гідродинамічні гальма.

Характеристики гідродинамічних передач. Робота в складі приводу. Характеристики гідромуфт, жорсткість. Характеристики гідротрансформаторів, прозорість. Захисні властивості, фільтрація крутильних коливань. Регулювання частоти обертання машин. Узгодження характеристик виконавчих механізмів і приводних двигунів.

Гідродинамічні муфти. Форма круга циркуляції, види лопатевих систем. Проектування по моделі. Рівняння зв'язку зовнішніх і внутрішніх параметрів. Проектування на основі експериментальних даних. Способи зміни жорсткості характеристик нерегульованих гідромуфт. Самоспорожнюючі гідромуфти. Об'ємне і механічне регулювання гідромуфт, нестійка робота.

Гідродинамічні трансформатори. Форма круга циркуляції, різновиди робочих коліс. Проектування по моделі, по методу Алексапольського.

Блоковані, комплексні, багатоступеневі, регульовані гідротрансформатори. Гідротрансформатори зворотного ходу і реверсивні гідропередачі.

Вихрові гідромашини і апарати. Особливості робочого процесу, області

використання. Вихрові насоси і турбіни. Вільновихрові, лабіринтно-гвинтові і черпакові насоси. Струминні апарати. Вихрові елементи гідропневмоавтоматики.

Матеріали гідродинамічних машин і передач. Вимоги до матеріалів для створення гідродинамічних машин і передач. Види матеріалів, які використовуються, та їх основні властивості.

Рекомендована література:

1. Tu, J., Yeoh, G. H., & Liu, C. (2018). Computational fluid dynamics: a practical approach. Butterworth-Heinemann.
2. Papanastasiou, T., Georgiou, G., & Alexandrou, A. N. (2021). Viscous fluid flow. CRC press.
3. Nakayama, Y. (2018). Introduction to fluid mechanics. Butterworth-Heinemann.
4. Janna, W. S. (2020). Introduction to fluid mechanics. CRC press.
5. Pepper, D. W., & Heinrich, J. C. (2017). The intermediate finite element method: Fluid flow and heat transfer applications. Routledge.
6. Ferziger, J. H., Perić, M., & Street, R. L. (2019). Computational methods for fluid dynamics. springer.
10. Wu, Y. S. (2015). Multiphase fluid flow in porous and fractured reservoirs. Gulf professional publishing.
7. Луговський О. Ф., Струтинський С.В., Гришко І.А., Семінська Н.В., Ночніченко І.В., Зілінський А.І. «Гідроавтоматика та робототехніка»: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 61 с
8. Сокол Є., Черкашенко М., Потетенко О., Дранковський В., Гасюк О., Гриб О. Гідроенергетика. Том 2. Гідравлічні машини. Харків: НТУ «ХП», 2020. 534 с.
9. Технічна термодинаміка, гідравліка і гідромашини : навч. посібник : у 2 ч. Ч. 2 : Гідродинаміка та гідравлічні машини / В. Е. Дранковський [та ін.] ;– Харків : НТУ "ХП", 2020. – 223 с.
10. Кондусь В. Ю. Лопатеві насоси : навчальний посібник / В. Ю. Кондусь, О. І. Котенко . – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 293 с.
11. Бондаренко А.В., Зав'ялов П.С. Проектування комплексних гідротрансформаторів. Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2009. – 112с.
12. Bikash Kumar Sarkar. Hydraulic Turbine Control Design.: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 132 p. ISBN-10: 365956692.
13. Getu Nailu, Michal Varchola, Peter Hlbocan. Design of Hydrodynamic Machines. Pumps and HydroTurbines.: CRC Press. 2022. 268 p. ISBN 978036743961
14. Буренніков Ю. А., Немировський І. А., Козлов Л. Г. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи. Вінниця: ВНТУ, 2013. 273 с. <http://library.kpi.kharkov.ua>

15. Яхно О. М., Чебан В. Г., Фінкельштейн З. Л., Лур'є З. Я., Чекмасова І. А. Розрахунок, проектування та експлуатація об'ємного гідроприводу. Київ: НТТУ «КПІ», 2006. 216 с. <http://library.kpi.kharkov.ua>

16. Сидоренко В. П., Яхно О. М. Гідравліка і гідроприводи. Київ: Університет "Україна", 2008. 163 с.

Тема «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання»

Вантажопідйомні машини

Класифікація, загальна характеристика та галузі застосування вантажопідйомних машин. Характеристика основних видів навантажень машин підйомно-транспортних систем. Розрахункові випадки навантажень та їх характеристики. Гнучкі елементи: ланцюги, канати. Класифікація, конструкція, галузь застосування, способи виробництва. Розрахунок канатів на довговічність. Канати з неметалевих матеріалів. Визначення конструкції сталевих дротяних канатів. Норми браковки сталевих дротяних канатів. Приводи. Класифікація та характеристики основних приводів машин підйомно-транспортних систем. Приводи: ручний, електричний, гідравлічний, від двигуна внутрішнього згоряння, пневматичний. Переваги та недоліки. Двигуни. Типи електродвигунів змінного та постійного струму. Регульовальні характеристики двигунів. Визначення середнього пускового моменту асинхронних двигунів з короткозамкненим та фазовим ротором. Гідродинамічний та гідрооб'ємний привід: пристрій, робота, галузь застосування, робочі характеристики. Редуктори. Загальні характеристики та позначення. Механізми підйому кранів. Класифікація, схеми, конструкція. Розрахунок потужності двигуна. Механізми пересування візків та кранів. Класифікація, схеми, пристрій рейкових та безрейкових механізмів пересування. Механізми обертання та зміни вильоту стрілових кранів. Призначення та конструкція баштових кранів. Баштові крани з нижнім і верхнім наросуванням башти. Самопідйомні і приставні баштові крани. Різновиди стріл. Балочні, підйомні, шарнірно сполучені, підвісні стріли. Лебідки баштових кранів. Барабани з багатошаровою навивкою. Опорно-поворотні пристрої. Прилади безпеки баштових кранів. Перевантажувачі для насипних і штучних вантажів. Портальні крани. Особливості конструкції механізмів. Технологія виробництва типових деталей вантажопідйомних машин. Обробка валів вантажних барабанів. Виготовлення великогабаритних зубчастих коліс. Виготовлення корпусів вальниць. Виробництво кутових букс. Обробка ходових коліс кранів, кранових візків і коліс підвісних механізмів. Обробка гальмових шківів. Виробництво важелів і гальмівних колодок. Основні вимоги з технологічності, контролю якості металу і матеріалів для зварювання. Очищення, розкрій, правка, розмітка, різання, гнуття, обробка кромки і отворів. Технологія виготовлення головних і кінцевих балок. Технологічний процес зборки мостових кранів на стапелях. Технологія виробництва основних складових частин металоконструкцій козлових кранів. Контроль якості. Транспортування і монтаж. ППР. Експертне обстеження кранів з наднормовими термінами експлуатації. Технології «Індустрія 4.0». Вплив на розвиток наукових досліджень в галузевому машинобудуванні.

Машини безперервного транспорту

Класифікація машин безперервного транспорту (МБТ). Виробність МБТ і оцінка економічної ефективності. Характеристика насипних і штучних вантажів. Схеми конвеєрів. Класифікація, конструкція та принцип дії стрічкових конвеєрів. Теорія передачі тягового зусилля на стрічку. Приводи стрічкових конвеєрів і схеми привідних станцій. Натяжні пристрої. Схеми натяжних пристроїв. Роликоопори, їх типи та характеристики. Композитні роликоопори. Різновиди стрічок. Кінетика завантаження і розвантаження стрічкових конвеєрів. Круто нахилені стрічкові конвеєри: з рифленою стрічкою та стрічкою з ребрами, з піджимною стрічкою, з піджимними роликами. Стрічково-канатні конвеєри. Методики розрахунку та критерії оптимізації стрічкових конвеєрів. Тяговий розрахунок. Опори при огинанні барабану, в пунктах завантаження та розвантаження, від притискання стрічки до роликоопор. Особливості тягового розрахунку з урахуванням характеристик віброуцільнення. Оптимальне зусилля натягіння. Загальне призначення і особливості будови ланцюгових конвеєрів. Принцип дії, схема трас ланцюгових конвеєрів. Натяжна та привідна станції ланцюгових конвеєрів. Конструкція риштаку. Трубчасті конвеєри. Оптимальна форма риштаку та методика розрахунку ланцюгових конвеєрів. Ланцюгові конвеєри спеціальних типів. Розрахунок пластинчастих конвеєрів. Підвісні штовхачі, комбіновані, тягові конвеєри, ковшові та люлечні конвеєри, вертикально та горизонтально замкнені кареточні конвеєри. Елеватори. Коливальні та вібраційні конвеєри. Шнекові конвеєри. Транспортувальні труби.

Металеві конструкції ВПМ

Основні напрямки розвитку металевих конструкцій. Матеріали, що використовуються в металевих конструкціях. Принципи розрахунку металевих конструкцій по граничним станам, основи розрахунків розтягнутих, стиснених та зігнутих елементів металевих конструкцій. Розрахунок металевих конструкцій за методом граничних станів З'єднання елементів металевих конструкцій. Збір навантажень на елементи конструкцій. Визначення розрахункових зусиль та підбір перерізів елементів ферм. Конструювання і розрахунок вузлів ферм. Багатопробіжні конструкції, арокні, купольні та інші. Телескопічні стріли. Листові конструкції, силоси, бункери, дозатори, зважуючі пристрої, сепаратори . Групи граничних станів. Коефіцієнти безпеки матеріалу. Коефіцієнти умов роботи та надійності конструкції. Основні залежності розрахунку за методом граничних станів. Центральні-розтягнені елементи. Центральні-стиснені елементи. Міцність і стійкість. Елементи, що згинаються.

САПР ВПМ

Системи комп'ютерної графіки САПР. Загальні відомості про САПР. Робота в системах комп'ютерної графіки AutoCAD, Solid Works, Inventor. Основи креслення в двох вимірах. Параметри креслення. Створення об'єктів. Редагування об'єктів. Шари, кольори, типи та ширина ліній. Підписи та розміри. Методи навігації у кресленні. Отримання інформації з креслення.

Друк креслення. Робота у тривимірному просторі. Створення об'єктів, налаштування параметрів. Редагування об'єктів. Методи навігації. Створення двовимірних креслень з креслень об'ємних деталей. Друк креслення.

Рекомендована література:

1. НПАОП.0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання : Затв. 19.01.2018 № 62 / Міністерство соціальної політики України. Харків : Видавництво «Індустрія», Основа, 2018. 256 с.
2. Кооп, Jürgen: Sicherheit bei Kranen: 11 Auflage, Springer Vieweg, 2021, 328 s.
3. Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 15018-1:1984-11: Krane; Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung, Berlin: Beuth Verlag GmbH 1984.
4. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): DIN EN 15011: Brücken- und Portalkrane, Ausgabe Oktober 2021.
5. Fédération Européenne de la Manutention (FEM)/VDMA: FEM 9.511 – Einstufung der Triebwerke, Frankfurt (986).
6. Deutsches Institut für Normung e.V. DIN EN 13001-3-1:2012-09, Krane –Konstruktion allgemein – Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Stahltragwerken, Berlin: Beuth Verlag GmbH 2012.
7. Gahleitner, Johannes: „Elasticity solutions for rectangular composite beams“. Dissertation, Institut für Technische Mechanik, JKU Linz, 2021.
8. DIN EN 13001-3-1: „Krane – Konstruktion allgemein - Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Stahltragwerken“, Deutsche Fassung EN 13001-3-1:2012+A2:2018, 2019.
9. Digitalisierung, Innovation, Produktsicherheit //Begleitband zur Kranfachtagung am 24. Mai 2023 in Bochum. Selbstverlag der Ruhr-Universität Bochum, 2023.
10. EN 13001-2:2021; Kransicherheit - Konstruktion allgemein - Teil 2: Lasteinwirkungen.
11. . KRAN 4.0: Potenziale der Digitalisierung. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Institut Logistik und Materialflusstechnik. 2020.
12. KRAN 4.0: Erfolge der Digitalisierung. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Institut Logistik und Materialflusstechnik. 2022.
13. Internationale Kranfachtagung 2023. „Digitalisierung, Innovation, Produktsicherheit“. Selbstverlag der Ruhr-Universität Bochum, 2023.
14. Internationale Kranfachtagung 2024. „Krane im Zeitalter der Energiewende«. TU Dresden. 2024.
15. Шваб К. Четверта промислова революція. Формуючи четверту промислову революцію (оригінал на англійській: The Fourth Industrial Revolution. Shaping the Fourth Industrial Revolution). Клуб сімейного дозвілля. 2019. – 416 с.
16. Thomas Bousonville: Logistik 4.0 Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette// Springer Gabler © Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017.

17. Оптимальне керування рухом механізмів вантажопідйомних машин : навч. посібник / О.В. Григоров, В.С. Ловеїкін. Київ : ІЗМН, 1997. 264 с.
18. Вантажопідйомні машини: навч. посібник / О.В. Григоров, Н.О. Петренко. Харків : НТУ «ХП», 2006. 304 с.
19. Металеві конструкції підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин : навч. посібник / О.В. Григоров, Г.О. Аніщенко, Н.О. Петренко. Харків : НТУ «ХП», 2011. 516 с.
20. Раціональні приводи підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів : монографія / О.В. Григоров, В.В. Стрижак, Н.О. Петренко, М.Г. Стрижак, А.О. Окунь, Д.М. Зюбанова, М.В. Цебренко; за ред. Григорова О.В. Харків : ХНАДУ, 2016. 352 с.
21. Козуб Ю.Г. Підйомно-транспортні машини: Підручник / Ю.Г. Козуб, С.В. Маслійов. Старобільськ : вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2018. 277 с.
22. Determination of dynamic forces in the metal structure of a tower crane based on the multi-mass model Kovalenko, V., Kovalenko, O., Stryzhak, V., Stryzhak, M., Ruzmetov, A. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2023, 2023(14), p. 248–256 DOI: <https://dx.doi.org/10.17683/ijomam/issue14.29>
23. Stability Analysis of Dismountable Pallet Racks Kovalenko, V., Rubashka, V., Aliksieiev, V., Heiden, B. Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 762 LNNS, p. 1–16 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-40628-7_1
24. Towards the Improvement of Yard Management Systems (YMS) Using Radio Frequency Identification (RFID) Aliksieiev, V., Kovalenko, V., Stryzhak, V., Heiden, B., Tonino-Heiden, B. Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 534 LNNS, p. 222–232, DOI: 10.1007/978-3-031-15944-2_21
25. An experimental study of the efficiency of optimal control for lifting machines Grigorov, O., Strizhak, V., Strizhak, M., Okun, A., Anishchenko, G. UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering, 2019, 81(3), p. 39–50 https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full625_113235.pdf

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБОВУВАННЯ

Тема «Автомобілі і трактори»

1. Кочення еластичного колеса по криволінійній траєкторії. Явище уводу колеса. Фактори, які впливають на увід колеса.
2. Техніко-експлуатаційні характеристики машини та їх оціночні показники.
3. Фрикційні пристрої автомобільних і тракторних трансмісій. Основні вимоги до конструкції.
4. Якість, методи визначення якості машин, атестація та сертифікація продукції.
5. Статичне натягнення гусениці. Повне натягнення гусениці. Динаміка задньої ланки ланцюгової гусениці.
6. Розподіл сил та моментів по колесах повнопривідного автомобіля. Явище циркуляції потужності. Динамічні явища в трансмісії машини та її навантаження в процесі рушання з місця і розгону.
7. Поворот гусеничних машин. Опір повороту.
8. Поняття про стійкість машини. Поперечна стійкість.
9. Агрегатування. Визначення режиму роботи машино-тракторного агрегату (МТА).
10. Класифікація автомобілів і тракторів. Основні технічні вимоги до автомобілів і тракторів.
11. Поняття про ефективність гальмування та методи її визначення. Вплив розподілу гальмових сил по колесах автомобіля на ефективність гальмування. Оптимізація розподілу гальмових сил. Шляхи покращення гальмових якостей машин.
12. Способи здійснення повороту машину. Кінематика повороту машини. Особливості кінематики повороту машин із причепом та напівпричепом.
13. Вимоги до механізмів повороту гусеничних тракторів. Вихідні розрахункові дані. Порівняльна оцінка різних типів механізмів повороту.
14. Силкові характеристики колеса. Зчеплення колеса з опорною поверхнею, опір руху.
15. Поняття про курсову стійкість та методи її оцінки.
16. Еластичне колесо як передаючий механізм. Кочення колеса із розвалом та сходом.
17. Робота рушіїв на ґрунті, що деформується. Класифікація та механічні властивості ґрунтів. Опір руху, зчеплення та буксування колеса на ґрунті.
18. Поняття плавності ходу та методи її оцінки. Вимоги та норми по забезпеченню плавності ходу. Характеристики мікропрофіля опорної поверхні.
19. Значення стандартизації та уніфікації в створенні автомобілів та тракторів. Питання патентної чистоти конструкції.
20. Двигун як засіб рушійної сили. Швидкісні характеристики двигунів

та їх математичне описання.

21. Поняття про прохідність машини по жорстких, м'яких та сипучих поверхнях. Характеристики ґрунтів.

22. Карданні передачі. Основні вимоги. Критична частота обертання карданного вала.

23. Визначення коефіцієнта блокування міжколісного диференціала.

24. Призначення і основні вимоги до трансмісії. Гідромеханічні трансмісії.

25. Кінематика гусеничного обводу. Особливості кінематики ланцюгової гусениці. Коефіцієнт нерівномірності руху гусениці.

26. Особливості взаємодії колісного і гусеничного рушія з піском та снігом.

27. Рівняння криволінійного руху двовісних та багатовісних машин. Рівняння криволінійного руху автопоїзду.

28. Вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на витрати палива.

29. Загальна компоновка автомобіля і трактора. Базові моделі. Вибір основних параметрів двигуна і окремих механізмів.

30. Основні дані для розрахунку гальмових систем. Порівняльна оцінка різних типів гальмівних систем.

31. Плоский рух еластичного колеса по жорсткій дорозі.

32. Кінематичні та силові характеристики колеса.

33. Зчеплення колеса з опорною поверхнею, опір руху.

34. Методи розрахунку сповільнення гальмівного шляху.

35. Поняття про ефективність гальмування та методи її визначення.

36. Шляхи покращення гальмівних якостей машин.

37. Буксування колеса та його експериментальне визначення.

38. Конструктивні схеми і показники безступінчастих гідрооб'ємно-механічних трансмісій тракторів і мобільних машин.

39. Вплив радіального навантаження і тиску повітря на дотичну силу тяги колеса.

40. ККД ведучого колеса та його визначення.

41. Тяговий баланс автомобіля та його складові.

42. Тяговий баланс трактора та його складові.

43. Сили, діючі на автомобіль у загальному випадку руху.

44. Крутні коливання в механізмах трактора. Джерела виникнення крутних коливань.

45. Баланс потужності трактора і його складові.

46. Баланс потужності автомобіля та його складові.

47. Параметри трактора, що визначаються в його тяговому розрахунку.

48. Вибір передавальних чисел ступінчастої трансмісії трактора і її погодження з характеристикою двигуна.

49. Принцип роботи антиблокувальних систем.

50. Сили, діючі на транспортний засіб при гальмуванні. Фактори, що впливають на ефективність гальмування.

Тема «Автоматизоване проектування транспортних засобів високої прохідності»

1. Сили, що діють на ТЗВП при прямолінійному русі. Рівняння рівномірного прямолінійного руху.
2. Сила тяги гусеничного рушія. Сила тяги по зчепленню. Сила тяги по двигуну.
3. Динамічний фактор ТЗВП. Динамічна (тягова) характеристика.
4. Умови руху ТЗВП, його буксування і перевантаження двигуна.
5. Нерівномірний прямолінійний рух. Варіанти рівнянь нерівномірного руху. Диференціальне рівняння руху ТЗВП.
6. Тяговий розрахунок гусеничної машини, його задачі. Визначення потужності двигуна, мінімальної швидкості руху, кінематичного і силового діапазонів.
7. Розбивка передатних відношень трансмісії за законом геометричної прогресії, її переваги і недоліки.
8. Розбивка передатних відношень трансмісії за законом арифметичної прогресії.
9. Розбивка передатних відношень трансмісії з урахуванням використання потужності двигуна.
10. Розгінні характеристики ТЗВП і їхня побудова.
11. Гальмівні характеристики гусеничної машини, їхня побудова.
12. Особливості тягового розрахунку колісної машини.
13. Розподіл гальмівних зусиль по осях колісної машини.
14. Кінематика рівномірного повороту гусеничної машини.
15. Кінематичний фактор механізму повороту гусеничної машини.
16. Момент опору повороту гусеничної машини.
17. Зсув центра повороту гусеничної машини при впливі бічної сили.
18. Сили тяги при повороті гусеничної машини.
19. Динамічний фактор повороту гусеничної машини. Фактор опору ґрунту.
20. Стійкість руху гусеничної машини при повороті.
21. Стійкість машини при перекиданні.
22. Потужність зовнішніх опорів повороту гусеничної машини.
23. Фрикційний механізм повороту, одноступінчастий планетарний механізм повороту. Кінематика, силові співвідношення.
24. Двоступінчастий планетарний механізм повороту. Кінематика, силові співвідношення, радіус повороту машини.
25. Двохпоточний механізм передачі і повороту. Кінематика, радіуси повороту машини.
26. Відведення колеса. Кінематика повороту колеса з відведенням.
27. Кінематика рівномірного повороту колісної машини. Мінімальний радіус повороту, габаритний коридор.
28. Стійкість і керованість колісної машини.
29. Компоновочні схеми гідрооб'ємних трансмісій (ГОТ). Переваги і недоліки ГОТ.

30. Радіально-поршневі гідромашини. Устрій і принцип дії. Теоретична подача. Способи регулювання передатного відношення радіальних ГОТ.
31. Аксіально-поршневі гідромашини. Устрій і принцип дії. Теоретична подача. Способи регулювання передатного відношення аксіальних ГОТ.
32. Кінематика радіально-поршневої гідромашини. Пульсації подачі.
33. Потужність, момент, подача; об'ємний, механічний і повний ККД об'ємної гідромашини.
34. Плавучість машини, основні поняття. Визначення положення центру водотоннажності і ватерлінії.
35. Остійність машини на плаву при малих та великих кутах нахилу.
36. Діаграми статичної і динамічної остійності машини на плаву.
37. Діаграма затоплюваності машини на плаву.
38. Механізми повороту гусеничних машин – призначення, класифікація, вимоги.
39. Силовий розрахунок механізмів повороту. Визначення розрахункових моментів.
40. Розподіл моментів у диференціалах, питання ККД, коефіцієнт блокування.
41. Диференціали – призначення, класифікація, вимоги.
42. Розподіл навантажень у двохпоточних механізмах повороту і передач.
43. Роздавальні коробки – призначення, класифікація, вимоги, особливості розрахунку.
44. Бортові передачі – призначення, класифікація, вимоги, особливості розрахунку.
45. Розрахунок фіксованих радіусів повороту для всіх видів механізмів повороту.
46. Класифікація і компоновання колісних машин.
47. Трансмисії самохідних машин, вимоги, класифікація.
48. Проектування (синтез структури) трансмісії.
49. Основи розрахунку на міцність елементів трансмісії.
50. Зчеплення (головні фрикціони). Розрахунок моменту тертя зчеплення через його конструктивні параметри.
51. Розрахунок часу буксування зчеплення.
52. Розрахунок роботи буксування зчеплення за одне включення і підвищення його температури.
53. Вибір натискних пружин зчеплення і розрахунок їх на міцність.
54. Міцнісний розрахунок шліців дисків зчеплення, віджимних важелів і "сльозкового" механізму вимикання зчеплення.
55. Коробки передач – призначення, класифікація, вимоги.
56. Пристрої для перемикання передач. Розрахунок пружинного і інерційного синхронізаторів.
57. Порядок і обсяг розрахунків КП. Особливості розрахунку ПКП. Гідродинамічні передачі – загальна характеристика. Гідромумфти.

58. Гідротрансформатори і комплексні гідропередачі.
 59. Безрозмірні характеристики гідропередач. Поняття про прозорість гідротрансформаторів.
 60. Визначення активного діаметра комплексної гідропередачі і побудова її вихідної характеристики.
 61. Головні передачі – призначення, класифікація, вимоги, особливості розрахунку.
 62. Карданні передачі нерівних кутових швидкостей.
 63. Карданні передачі рівних кутових швидкостей.
 64. Ведучі колеса гусеничних машин – призначення, вимоги, класифікація, типи і способи зачеплення.
 65. Розрахунок ведучого колеса на міцність.
 66. Розрахунок підшипників опорних котків (ОК), розрахунок контактних напруг в ободі для суцільнометалевих ОК і ОК з внутрішньою амортизацією.
 67. Кінематичний і силовий розрахунок механізму натягу.
 68. Проектувальний розрахунок торсіонної підвіски.
 69. Перевірочний розрахунок торсіонної підвіски.
 70. Розрахунок гідроамортизатора.
 71. Розрахунок гумових кілець ОК із внутрішньою амортизацією.
 72. Розрахунок зовнішньої ошиновки ОК.
 73. Розрахунок гусениці із ГМШ.
 74. Підвіски гусеничних машин – призначення, вимоги, класифікація.
 75. Опорні і підтримуючі котки гусеничних машин – призначення, вимоги, класифікація.
 76. Механізми натягу гусеничних машин – призначення, вимоги, класифікація, кінематичний розрахунок механізмів натягу.
 77. Проектувальний розрахунок пружинної підвіски.
 78. Гусеничний рушій – призначення, вимоги, класифікація.
- Розрахунок відкритого шарніра.
79. Гальмівні системи. Розрахунок стрічкових гальм.
 80. Гальмівні системи. Розрахунок дискових гальм.
 81. Гальмівні системи. Розрахунок колодкових гальм.

Тема «Машини і механізми нафтогазових промислів»

1. Моделі рідини. Основні властивості рідини та газу. Фізичний та розрахунковий експеримент.
2. Гідростатика. Загальні закони. Рівняння Ейлера для рідини в спокої. Сили тиску рідини на стінки.
3. Два методи опису руху рідини. Лінії та трубки току, рівняння нерозривності. Загальний характер руху рідкої частинки, теорема Коші-Гельмгольца.
4. Вихрові лінії та трубки; теореми Стокса, Гельмгольца, Кельвіна (Томсона). Потенційний рух. Плоскі потоки нестисливої рідини, функція току.
5. Рівняння динаміки ідеальної рідини в формах Ейлера та Громека-

Ламба. Інтеграл Коші-Лагранжа, Ейлера та Бернуллі.

6. Рівняння Бернуллі для елементарної струминки току і трубопроводу кінцевого розміру. Рівняння Бернуллі для відносного руху рідини у системі координат, яка обертається.

7. Теорема Жуковського про підйомну силу. Постановка задачі обтікання крилового профілю, характеристики профілю.

8. Однорозмірна течія в'язкої рідини. Рівняння Бернуллі. Режими течії. Опір руху рідини при ламінарному і турбулентному режимах. Місцеві гідравлічні опори. Витікання рідини через отвори і насадки

9. Гідравлічний розрахунок трубопроводів. Гідравлічний удар в трубах, формула Жуковського.

10. Ньютонівська в'язка рідина. Рівняння Нав'є-Стокса. Ламінарний усталений рух рідини в трубопроводі круглого перерізу, між двома пластинами та між соосними циліндрами при різних граничних умовах.

11. Подібність двох потоків, критерії Ейлера, Фруда, Рейнольдса, Струхаля, Маха. Кавітаційні критерії Тома, Руднева.

12. Турбулентне напруження в рідині. Рівняння Рейнольдса. Розв'язання гідродинамічних задач у випадку турбулентного руху рідини.

13. Основи теорії граничного шару. Умовні параметри граничного шару. Рівняння Прандтля.

14. Механіка гідросумішей. Класифікація і основні характеристики гідросумішей. Способи осереднення параметрів руху фаз. Осереднені рівняння збереження маси, кількості руху та енергії.

15. Перші інтегралі рівнянь динаміки сумішей. Рівняння Бернуллі для потоку гідросуміші у криволінійних каналах. Відносний рух гідросуміші у криволінійних каналах. Втрати при течії гідросуміші в трубах і на місцевих опорах.

16. Неньютонівські рідини. Класифікація, емульсії та суспензії. Реологічні властивості висококонцентрованих тонкодисперсних сумішей.

17. Віскозіметрія. Залежність реологічних властивостей суспензій від концентрації та гранулометричного складу твердої фази. Залежність форми запису числа Рейнольдса від реологічного закону рідини.

18. Особливості ламінарного та турбулентного рухів неньютонівських рідин. Гідравлічний опір при різних режимах течії неньютонівських суспензій.

19. Газорідинні потоки. Параметри двофазних систем, фазові переходи. Рівняння збереження маси, кількості руху та енергії.

20. Динамічна подібність при течії двофазних середовищ. Енергетична подібність двофазових середовищ. Термодинамічні процеси у двофазних системах.

21. Визначення гідравлічних машин та їх класифікація. Класифікація по принципу дії. Види об'ємних, лопатевих і вихрових гідромашин. Основні параметри гідромашин.

22. Загальні основи теорії лопатевих гідромашин. Кінематичні параметри потоку в робочому колесі.

23. Рівняння динаміки в застосуванні до обмеженого об'єму рідини: рівняння нерозривності, рівняння руху в нерухомій і рухомій системах

координат. Закон збереження (зміни) кількості руху.

24. Момент сили дії потоку рідини на стінки нерухомого каналу і каналу, який обертається. Закон збереження енергії. Закон зміни кінетичної енергії.

25. Рівняння переносу механічної енергії через замкнуту обмежену поверхню. Рівняння переносу енергії у відносному русі. Енергія, яка передається рідиною стінкам каналу.

26. Інтегральні характеристики взаємодії потоку рідини з робочим колесом: момент на робочому колесі відносно осі обертання, гідравлічна потужність на робочому колесі, теоретичний напір, коефіцієнт корисної дії (ККД), гідравлічні сили, які діють на робоче колесо і лопать робочого колеса.

27. Подібність і моделювання в гідромашинах. Подібність гідромеханічних процесів. Фізичні основи подібності. Критерії подібності.

28. Основи теорії розмірностей. π - теорема. Безрозмірні характеристики. Коефіцієнт швидкохідності. Моделювання в гідромашинах. Геометрична і кінематична подібність. Критерії динамічної подібності.

29. Подібність в лопатевих насосах, формули подібності. Подібність в гідродинамічних передачах, формули подібності.

30. Баланс енергії в гідромашинах. Втрати енергії. Коефіцієнт корисної дії і баланс лопатєвого насоса, гідравлічної турбіни, гідродинамічної передачі.

31. Кавітація в гідромашинах. Сутність кавітації. Умови виникнення, розвитку і наслідки кавітації в гідромашинах. Види кавітації в гідромашинах.

32. Параметри, що характеризують стійкість гідромашин проти кавітації. Умови подібності при кавітації.

33. Гідродинамічна теорія решіток (каскаду профілів). Види решіток. Задачі теорії решіток. Узагальнення формули Жуковського для підйомної сили в решітці.

34. Графічний спосіб Жуковського побудови профілю. Рівняння Ейлера для гідромашин. Зв'язок циркуляцій в решітках, рівняння Руднева.

35. Гідродинамічна модель робочого колеса з безкінечно-великим числом безкінечно-тонких лопатей. Гідродинамічний розрахунок плоскої решітки профілів методом особливостей.

36. Розрахунок плоскої прямої решітки профілів кінцевої товщини. Решітка тілесних профілів на криволінійних поверхнях току в шарі змінної товщини.

37. Гідродинамічний розрахунок лопатєвих систем гідромашин в осесиметричному потоці. Постановка прямих осесиметричної і решіткової задач, квазітрирозмірний метод розрахунку потоку в робочому колесі.

38. Постановка обернених осесиметричної і решіткової задач, квазітрирозмірний метод профілювання лопаті. Трирозмірні постановки задач розрахунку лопатєвих систем.

39. Характеристики гідромашин. Основні визначення і види. Експлуатаційні (робочі) характеристики по видам лопатєвих гідромашин. Характеристики модельних протокових частин. Відносні параметри і характеристики.

40. Основні поняття і визначення. Види систем автоматичного регулювання і керування, класифікація.

41. Основні елементи регуляторів і керуючих систем. Задачі дослідження і розрахунку систем автоматичного регулювання і керування.
42. Статика і динаміка автоматичних систем. Математичні моделі систем. Характеристики систем. Лінеаризація характеристик і рівнянь при опису систем.
43. Динамічні ланки і структурні схеми лінійних систем регулювання і керування. Стійкість систем, критерії стійкості.
44. Методи дослідження впливу параметрів системи на її стійкість.
45. Якість регулювання і методи синтезу керуючих пристроїв. Розрахунок перехідних процесів. Оцінка якості перехідних процесів.
46. Точність регулювання систем. Синтез керуючих ланок.
47. Нелінійні системи, метода їх аналізу. Імпульсні і цифрові системи. Оптимальне керування системами.
48. Задачі динаміки гідро- і пневмосистем, основні рівняння. Види математичних моделей гідропневмосистем.
49. Методи аналізу динамічних режимів гідропневмосистем.
50. Динамічні характеристики гідравлічних і пневматичних ліній. Характеристики регулюючих і розподільних пристроїв.
51. Математична модель, структурна схема і аналіз стійкості слідкуючих гідромеханічних і пневматичних приводів з дросельним регулюванням.
52. Електрогідравлічні і електропневматичні слідкуючі приводи з дросельним регулюванням. Функціональні схеми, математичні моделі, структурні схеми. Динамічний розрахунок.
53. Гідроприводи з об'ємним регулюванням. Принципова і розрахункова схеми, математична модель, структурна схема. Динамічний розрахунок.
54. Гідравлічні і пневматичні системи з автоматичними регуляторами. Функції автоматичних регуляторів.
55. Математичні моделі систем автоматичного регулювання об'ємних насосів.
56. Динаміка гідросистем з насосом, що регулюється. Основні поняття і визначення об'ємних гідро- і пневмомашин. Параметри, конструктивні схеми і принцип їх дії.
57. Класифікація об'ємних гідро- і пневмомашин. Ідеальний і реальний робочий процеси. Індикаторна діаграма. Дійсна подача.
58. Зв'язки між кінематичними і силовими параметрами об'ємних гідро- і пневмомашин.
59. Математична модель робочого процесу у об'ємних гідро- і пневмомашин. Рух в'язкої рідини в щілинних елементах об'ємних гідромашин.
60. Поршневі насоси зворотно-поступальної дії. Конструктивні схеми. Кінематика. Подача, нерівномірність подачі.
61. Повітряні ковпаки. Інерційні втрати. Теорія дії клапанів. Класифікація і розрахунок клапанів. Вплив клапана на індикаторну діаграму.
62. Поршневі компресори, теоретичний адіабатний і політропний цикли ступені, індикаторна потужність, багатоступінчате стиснення, укомпоновочні рішення.
63. Радіально-поршневі і аксіально-поршневі гідромашини. Конструктивні схеми. Кінематика. Сили, діючі на основні елементи гідромашин. Розподіл

рідини.

64. Пластинчаті гідромашини: конструктивні схеми, кінематика робочих органів, подача і розподіл рідини, розрахунок основних елементів.

65. Шестеренні гідромашини: конструктивні схеми, кінематика робочих органів, процес переносу рідини, розрахунок основних елементів.

66. Гвинтові гідромашини: конструктивні схеми, геометрія робочих органів, зусилля на гвинтах і їх опорах, розвантаження гвинтів.

67. Пневмомашини-аналоги по принципу дії і конструктивним рішенням.

68. Об'ємні гідропередачі. Класифікація і схеми.

69. Гідропередачі з об'ємним регулюванням і незамкнутою циркуляцією рідини, схеми живлення, диференційне рівняння об'ємної, гідропередачі.

70. Гідропередачі з дросельним регулюванням: схеми з різними способами установки дроселя відносно гідродвигуна, статичні характеристики, схеми з регулятором потоку.

71. Об'ємні гідромеханічні передачі.

72. Гідроперетворювачі зворотно-поступального і обертального типів. Силкові гідроциліндри: конструктивні схеми, розрахунок швидкості і зусилля, яке розвивається, поршневих, телескопічних, мембранних і сільфонних гідроциліндрів.

73. Моментні гідроциліндри: конструктивні схеми, розрахунок кутової швидкості і крутильного моменту пластинчатих, коромислових, кривошипно-шатунних, реєчних і гвинтових гідроциліндрів.

74. Порівняльні характеристики гідро- і пневмоприводів, структура і складові частини привода. Типові схеми використання в об'ємних приводах клапанів тиску, розподільників і дроселюючих апаратів.

75. Двопозиційні гідро- і пневмоприводи з релейним керуванням. Дросельне регулювання швидкості об'ємного гідроприводу. Гідроприводи з пропорційним, електричним, керуванням.

76. Основні поняття і визначення і сфери застосування систем гідропневмоавтоматики. Особливості фізичних процесів в гідравлічних і пневматичних пристроях автоматки.

77. Підготовка робочих рідин і газів для систем гідропневмоавтоматики. Вимоги до робочих рідин. Фільтри, гідробаки, гідроаккумулятори, теплообмінники, насосні установки. Вимоги до газів. Фільтри, вологовідділювачі, розпилювачі.

78. Гідроавтоматика. Типові схеми гідросистем з безперервним і дискретним керуванням, функціональні особливості елементів цих систем. Вибір робочого елемента.

79. Гідродинаміка і тепловий розрахунок пристроїв гідроавтоматики. Оцінка стисливості рідини.

80. Розрахунок течії в щілинах з урахуванням нагріву рідини і теплопередачі. Облітерація щілин. Теплове розширення і термоклин.

81. Ущільнення елементів гідросистем. Гідравлічні двигуни, розподільники, клапани.

82. Гідропідсилювачі. Елементи дискретної автоматки. Джерела живлення гідросистем. Гідролінії.

83. Пневмоавтоматика. Пневматичні виконавчі пристрої, класифікація і будова.

84. Термодинамічний аналіз робочого процесу пневмодвигуна. Динамічні властивості пневмодвигунів.

85. Розподільна апаратура, класифікація і основні характеристики розподільників.

86. Підсилювачі потужності. Зворотні клапани. Регулююча пневмоапаратура, принципи дії і зовнішні характеристики.

87. Класифікація пневмоприводів, їх основні параметри і характеристики. Пневмопривод циклічної дії і слідкуючі пневмоприводи.

88. Елементна база засобів пневмоавтоматики, будова, принцип дії, основні характеристики. Елементи струминної автоматики, будова, принцип дії, основні характеристики.

89. Пристрої пневмоавтоматики, що реалізують різні алгебраїчні функції і часові операції.

90. Основи розрахунку і проектування елементів і пристроїв гідропневмоавтоматики.

91. Пневматичні і гідравлічні керуючі і регулюючі пристрої мембранного типу, в яких використовуються принципи компенсації переміщень, компенсації сил, компенсації витрат, вільних мембран.

92. Пневматичний лінійний пульсуючий опір. Часові пристрої.

93. Пристрої струминної автоматики, які будуються на принципах взаємодії струменів, притягання струменя до стінки, турбулізація силового струменя.

94. Струмінні модулі.

95. Гідроапаратура з дистанційним пропорційним керуванням на базі лінійних електромагнітів з електронними узгоджувачами блоками.

96. Основні поняття і визначення. Параметри, конструктивні схеми і принцип дії гідродинамічних машин і передач. Класифікація. Лопатеві насоси. Гідродинамічна подібність. Коефіцієнт швидкохідності і кавітаційний коефіцієнт швидкохідності, як показники конструкції. Показники якості динамічних насосів.

97. Характеристики лопатевих насосів, робота в системі. Напірні теоретична, дійсна, чотирьохквadrantна характеристики. Форма напірних характеристик і геометрія проточної частини.

98. Характеристична напірна поверхня. Баланс енергії, оптимальний режим роботи. Кавітаційні характеристики насосів різної швидкохідності.

99. Послідовна і паралельна робота насосів на розгалужену мережу.

100. Задача проектування проточної частини заново. Допоміжні вузли: розвантаження гідродинамічних сил, опори, ущільнення, корпус, вакуумна система.

101. Відцентрові насоси. Гідродинамічні і геометричні параметри робочого колеса, зв'язки між ними. Реактивність. Визначення габаритних розмірів колеса. Вибір числа лопатей та їх кутів на виході.

102. Модель течії і рівняння спіральної камери. Проектування напівспірального підводу. Пропускна здатність спірального відводу, його

проектування.

103. Проектування напрямного апарату і комбінованих відводів. Кавітаційні явища в насосі, визначення місця найменшого тиску.

104. Осьові і діагональні насоси. Гідродинамічні і геометричні характеристики робочого колеса, зв'язки між ними. Вибір основних конструктивних параметрів осьових лопатевих систем. Підводи і відводи осьового і діагонального насосів, їх вплив на характеристики насоса і проектування.

105. Перехідні процеси в насосах. Типи і основні рівняння. Характеристики насосної установки. Основні схеми пуску насосної установки, розрахунок перехідних процесів. Відключення двигуна, розрахунок перехідних процесів.

106. Гідравлічні турбіни. Технічні схеми використання енергії потоку в гідроенергетиці. Номенклатура енергетичних гідротурбін. Гідродинамічний привод роздільного типу.

107. Характеристики гідротурбін. Подібність, зведені величини, коефіцієнт швидкохідності. Головна універсальна характеристика. Визначення основних параметрів по характеристиці моделі. Експлуатаційна характеристика. Розгонна частота обертання,

108. Енергетичні гідротурбіни. Кінематичні характеристики потоку, вплив на них режиму роботи турбіни. Регулювання витрати. Комбінаторний режим. Спіральна камера, її розрахунок. Статор. Направляючий апарат, форма лопаток. Відсмоктуюча труба.

109. Баланс енергії. Втрати енергії по видам і елементам проточної частини. Масштабний ефект, перерахунок гідравлічного ККД. Кавітація, кавітаційна ерозія, кавітаційний коефіцієнт і висота відсмоктування. Подібність при кавітації. Розрахунок робочих коліс. Гідродинамічні методи проектування решіток профілів.

110. Оборотні гідромашини. Робочий процес насосного і турбінного режимів. Причини розходження оптимальних параметрів турбінного і насосного режимів. Передумови вибору параметрів елементів проточної частини.

111. Гідродинамічні передачі. Особливості робочого процесу і подібність. Рівняння гідравлічних моментів. Баланс енергії. Тепловий баланс. Кавітація, тиск живлення. Число кавітації. Осьові сили. Гідромеханічні передачі.

112. Характеристики гідродинамічних передач. Робота в складі приводу. Характеристики гідромуфт, жорсткість. Характеристики гідротрансформаторів, прозорість. Регулювання частоти обертання машин. Узгодження характеристик виконавчих механізмів і приводних двигунів.

113. Гідродинамічні муфти. Форма круга циркуляції, види лопатевих систем. Проектування по моделі. Рівняння зв'язку зовнішніх і внутрішніх параметрів. Проектування на основі експериментальних даних. Способи зміни жорсткості характеристик нерегульованих гідромуфт. Самоспорожняючі гідромуфти. Об'ємне і механічне регулювання гідромуфт, нестійка робота.

114. Гідродинамічні трансформатори. Форма круга циркуляції, різновиди робочих коліс. Проектування по моделі, по методу Алексапольського. Блоковані, комплексні, багатоступеневі, регульовані гідротрансформатори.

Гідротрансформатори зворотного ходу і реверсивні гідропередачі.

115. Вихрові гідромашини і апарати. Особливості робочого процесу, області використання. Вихрові насоси і турбіни. Вільновихрові, лабіринтно-гвинтові і черпакові насоси. Струминні апарати. Вихрові елементи гідропневмоавтоматики.

Тема «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання»

1. Розрахунок канатів. Магнітна дефектоскопія сталевих канатів.
2. Характеристика матеріалів для ВПМ і БДМ, застосовувані матеріали для деталей механізмів та металоконструкцій.
3. Система розрахунків за граничними станами елементів металоконструкцій ПТМ та БДМ. Розрахункові випадки, навантаження та комбінації навантажень при розрахунку ВПМ і БДМ.
4. Сучасні методи чисельного розрахунку металоконструкцій суцільностінчастої і ферменої конструкції.
5. Сучасні системи керування приводами ВПМ і БДМ, закони зміни швидкості при розгоні і гальмуванні. Критерії визначення оптимального типу приводу і режими роботи механізмів ВПМ і БДМ.
6. Характеристики на циклічних навантаженнях металоконструкцій ВПМ і БДМ, гіпотези накопичення утомних пошкоджень і розрахунок витривалості, поняття групи режиму роботи.
7. Концентратори напружень при утомному пошкодженні металоконструкцій ВПМ і БДМ, характерні місця утворення тріщин пролітних конструкцій коробчастої і ґратчастої будови.
8. Пошкодження елементів кранових механізмів, трибологічна система «колесо – рейка» - процеси зношування і методи збільшення терміну служби.
9. Сучасні методи неруйнівного контролю елементів механізмів і металоконструкцій вантажопідйомних машин, їх переваги, недоліки і сфери застосування.
10. Типові пошкодження вантажопідйомних машин. Приклади організаційних причин виникнення аварійних ситуацій.
11. Сучасні методи і допоміжні технічні засоби для монтажу кранів. Схеми монтажу мостових, козлових і баштових кранів
12. Основні поняття в задачах оптимізації руху механізмів вантажопідйомних машин. Синтез законів оптимального керування.
13. Типові динамічні схеми механізмів пересування візків і кранів з гнучким підвішуванням вантажу
14. Типові динамічні схеми механізмів піднімання, врахування жорсткості балок пролітних конструкцій
15. Багатомасові динамічні схеми механізмів повороту, врахування гнучкого підвісу в аналізі динаміки стрілових кранів.
16. Основні технічні засоби оснащення стелажних складів. Технічні рішення для реалізації різних стратегій керування запасами вантажів на складах (FIFO, LIFO, комплектація необхідної кількості і т.ін.)

17. Конструктивні схеми і принцип дії машин безперервного транспорту на складах штучних вантажів

18. Перевірка міцності металоконструкцій багатоярусних стелажів для складів палетизованих вантажів. Підтвердження міцності стелажів розрахунковим шляхом методом кінцевих елементів.

19. Будова стрічкового конвеєра для транспортування насипних вантажів. Передавання тягового зусилля. Натяг стрічки та динамічні процеси.

20. Прогонні конструкції кранів, горизонтальні і вертикальні навантаження, оптимізація перетинів конструкцій за критерієм матеріалоємності та технологічності.

21. Шляхи економії енергії і конструктивні рішення в гідроприводах будівельних та дорожніх машин (БДМ). Влаштування та принцип дії схем (БДМ) з гідроаккумуляторами.

22. Гідрооб'ємні механічні трансмісії дорожніх і будівельних машин

23. Гомогенізація насипних вантажів на складах, обладнання, що використовується, традиційні методи укладання штабелів

24. Оптимізація рам роторних колес стакера-реклаймера, існуючі конструктивні схеми

25. Характер динамічних зусиль в рамі автогрейдера при виконанні робочих операцій

26. Вирівнювання крутних моментів привідних колес вилкових навантажувачів і самохідних платформ внутрішнього транспорту

27. Класифікація вантажопідйомних машин за видами металоконструкції, можливістю переміщення та призначенням

28. Складові елементи баштового крану

29. Складові елементи мостового крану

30. Класифікація груп режиму роботи кранів і кранових механізмів за ISO. Типові графіки навантаження

31. Застосування скрепера, розрахунок виробності

Розрахунково-графічні завдання

1. Для механізму піднімання із заданими параметрами визначити зусилля в канаті та необхідну потужність двигуна. Навести кінематичну схему механізму з урахуванням прийнятої кратності поліспасти:

Вантажопідйомність: 16 т;

Швидкість піднімання вантажу: 12 м/хв;

Діаметр барабану: 500 мм.

2. Визначити тиск колеса мостового крану на підкранову рейку. Зобразити розрахункову схему, припускаючи, що гакова підвіска розташовується посередині бази візка. Вихідні дані:

Прогін крану: 16 м;

Вага візка: 13 т;

Вага вантажу 32/5 т;

Вага моста крану: 45 т;
Мінімальний підхід гаку до опори: 2,5 м.

3. Визначити необхідну товщину стінки канатного барабану та необхідну кількість притискних планок. Зобразити схему закріплення канату на барабані. Вихідні дані:

Зусилля в канаті: 58 кН;
Динамічний коефіцієнт: 1,2;
Допустиме напруження матеріалу стінки барабану: 125 МПа;
Крок нарізки барабану: 27,5;
Діаметр різьби шпильки притискної планки: М24.

4. Визначити статичний опір при русі візка мостового крану з вантажем. Зобразити кінематичну схему чотирьохколісного візка з двома приводними колесами і центральним приводом механізму пересування. Вихідні дані:

Вантажопідйомність: 50 т;
Вага візка: 17,7 т;
Діаметр цапфи колеса: 0,1 м;
Коефіцієнт тертя: 0,0006 м;
Коефіцієнт реборд: 1,5.

5. Визначити необхідну потужність двигуна механізму пересування мостового крану з урахуванням динаміки. Зобразити кінематичну схему механізму пересування мостового крану з роздільним приводом. Вихідні дані:

Кратність середнього пускового моменту: 1,8;
Швидкість пересування крану: 60 м/хв;
Час розгону: 6 с;
Вага крану з вантажем: 138 т;
Опір пересування від сил тертя: 11 кН.

6. Визначити потрібну складську площу для збереження вантажів за такими даними:

Річний обсяг надходження вантажів- 225 т.;
Час зберігання вантажів на складі – 130 днів;
Кількість днів у році - 365;
Рекомендоване навантаження на 1 м.кв. площі складу (при стелажному і штабелбному зберіганні) - 1,2 т/м.кв.;
Плановий коефіцієнт використання складської площі- 0,6.

7. Визначити річний обсяг надходження вантажів на склад, якщо відомо:

Потрібна складська площа для збереження вантажів- 120 м.кв.;
Час зберігання вантажів на складі - 100 днів;

Плановий коефіцієнт використання складської площі - 0,2;

Кількість днів у році - 365;

Рекомендоване навантаження на 1 м.кв. площі складу (при стелажному і штабелевому зберіганні) - 0,9 т./м.кв.

8. Визначити плановий коефіцієнт використання складської площі, якщо відомо:

Річний обсяг надходження вантажів на склад – 300 т.;

Потрібна складська площа для збереження вантажів- 200 м.кв.;

Час зберігання вантажів на складі -80 днів;

Кількість днів у році - 365;

Рекомендоване навантаження на 1 м.кв. площі складу (при стелажному і штабелевому зберіганні) - 2,0 т./м.кв.

9. Розрахувати плановий коефіцієнт використання устаткування за часом, за такими даними:

Норма виробітку устаткування - 28,6 т.;

Тривалість зміни - 8 годин;

Годинна продуктивність устаткування - 3,2 т./год.

10. Розрахувати кількість ваг і стелажів для складу за такими даними:

Річний обсяг надходження вантажів на склад – 300 т.;

Час зберігання вантажів на складі - 60 днів;

Коефіцієнт нерівномірності надходження товарів - 1,3;

Кількість днів у році - 365;

Технічна вантажопідйомність одного стелажа - 0,2 т.;

Продуктивність ваг - 2,8 т./год.;

Час роботи ваг- 8 год.;

Загальний вантажообіг складу з приймання, внутрішньо складських переміщень і відпускання – 180 т.

11. Розрахувати необхідну кількість підйомно-транспортного устаткування, а також змінну норму виробітку за такими даними:

Обсяг робіт, які виконує устаткування за визначений період часу - 350т.;

Коефіцієнт змінності роботи устаткування - 0,6;

Фактичний фонд робочого часу устаткування - 24 доби;

Тривалість зміни - 10 годин;

Плановий коефіцієнт використання устаткування за часом - 0,9;

Годинна продуктивність устаткування - 12,6 т./год.