**Лекція 1**

**Загальні питання проектування дорожніх машин**

**1. Дорожні машини в системі народного господарства.**

Автомобільний транспорт є важливою складовою частиною народного господарства України. Рішення проблем інтенсифікації народного господарства в значній мірі визначається темпами розвитку мережі автомобільних доріг і аеродромів і зміцнення виробничо-технічної бази дорожнього господарства. Комплексна механізація й автоматизація будівництва та експлуатації доріг базується на використанні систем і комплексів машин, що забезпечують прискорене провадження робіт по будівництву, утримуванню і ремонту доріг у різних кліматичних умовах.

Створення і виробництво якісних, високоефективних видів, систем і комплексів машин різного призначення, що забезпечують високу якість робіт, істотне підвищення продуктивності і скорочення матеріальних, енергетичних і трудових витрат у будівництві, є визначальною задачею будівельного і дорожнього машинобудування.

Розробка високоефективних будівельних і дорожніх машин і комплексів забезпечується науковим і виробничим потенціалом науково-виробничих і виробничих об'єднань галузі: «Вниистройдормаш», «ВНИИСМИ», «Дормаш», «Волгоцеммаш», «Внииземмаш», Орловського, Брянського, Челябінського, Кременчуцького та ін. Істотну допомогу галузі роблять ведучі наукові школи автомобильно-дорожных, політехнічних і будівельних вузів: МАДИ, ХАДИ, Сибади, ЛПИ, ЯПИ, МИСИ, КИСНИ, ДИСИ, СПИ та ін.

Вітчизняне будівельне і дорожнє машинобудування характеризується високим рівнем концентрації виробництва і крупносерийным випуском основних видів дорожньої техніки. Темпи розвитку будівельного і дорожнього машинобудування, технічний рівень і якість устаткування, що випускається, дозволяють в основному забезпечувати виконання зростаючих обсягів робіт з будівництва та утримування автомобільних доріг і аеродромів, капітальному будівництву в області промисловості і сільського господарства, а також реконструкції підприємств. Випуск якісної, високоефективної дорожньої техніки, що відповідає вимогам перспективного розвитку народного господарства, у значній мірі залежить від якості продукції суміжних галузей, що поставляють двигуни, базові тягачі, прилади автоматики, мікропроцесорну техніку, бортові ЕОМ та інші комплектуючі вироби.

**2. Вимоги до дорожніх машин з боку технології будівництва й експлуатації доріг і аеродромів.**

Склад і структура систем і комплексів дорожніх машин визначаються вимогами технології будівництва й експлуатації автомобільних доріг і аеродромів. Дорожні машини забезпечують механізацію та автоматизацію всіх технологічних операцій, що складають процеси будівництва покрить, утримування і ремонту готової споруди. Основними технологічними операціями будівництва автомобільної дороги є підготовка земляної полотнини, здобича і готування необхідних будівельних матеріалів та їхнє транспортування, побудова водопропускних споруджень, дорожнього одягу, переходів і елементів благоустрою. Основними операціями забезпечення надійної експлуатації споруди є роботи по літньому утримуванню доріг, зимовому утримуванню доріг, розмітки проїжджої частини, озелененню, ремонту і реконструкції всіх елементів споруди.

Система машин для комплексної механізації та автоматизації будівництва автомобільних доріг і аеродромів включає п'ять основних груп машин, обумовлених їх технологічним призначенням: для будівництва земляної полотнини; для будівництва дорожніх одягів і покрить; для будівництва водопропускних споруд (труб, мостів та ін.) та зміцненння укосів; для здобичі та готування дорожньо-будівельних матеріалів; технологічний транспорт.

Система і комплекс машин для утримування і ремонту автомобільних доріг і аеродромів також складаються з п'яти основних груп машин: для літнього і зимового утримування; для маркірування проїжджої частини, утримування обстановки шляху, озеленення і благоустрою; для ремонту земляної полотнини, споруд, водовідводу і смуги відводу; для ремонту і відновлення дорожніх одягів і покрить; для ремонту й утримання штучних споруд.

Конструкція і параметри дорожніх машин визначаються специфічними особливостями будівництва і кожної операції технології виробництва відповідних видів робіт: лінійною довжиною робіт та їхнім видаленням від виробничих баз; частою повторюваністю, циклічністю і синхронізацією операцій; твердою регламентацією ряду операцій у часі (охолодженням асфальтобетонної суміші та ін.); ув'язуванням продуктивності машин комплекту між собою і зі швидкістю технологічного процесу; великими обсягами транспортних операцій; високою якістю ущільнення; високою точністю планування; забезпеченням високої стабільності властивостей будівельних сумішей та інших будівельних матеріалів; необхідністю зміни номенклатури ряду сумішей і їхніх властивостей шляхом використання гнучких автоматизованих виробництв (ГАВ); збільшенням обсягів робіт з реконструкції доріг і необхідністю регенерації старого матеріалу; використанням як будівельні матеріали відходів виробництв нових перспективних матеріалів (геотекстиля, полімерів, композитів та ін.), а також будівельних конструкцій високої заводської готовності. При необхідній високій якості робіт машини повинні забезпечити істотне скорочення ручної праці, матеріальних і енергетичних витрат; високу надійність необхідного темпу будівництва; ефективну експлуатацію споруди незалежно від часу року і кліматичних умов і цілком відповідати вимогам ергономіки, охорони праці й екології.

Високий рівень будівництва й експлуатації споруд забезпечується раціональним вибором номенклатури і типорозміру машин. Для виконання ряду технологічних операцій дорожнього будівництва з успіхом використовують машини загальнобудівельного призначення (для виконання підготовчих і земляних робіт загального характеру, для виробництва щебеню, одержання і транспортування цементобетонних сумішей, а також для ущільнення ґрунтів та ін.). Роботи з будівництва покрить, експлуатації споруд та інші містять специфічні операції, що не можуть бути виконані машинами загальнобудівельного призначення: точне профілювання основи, укладання, ущільнення та обробка поверхні укладених у конструкцію споруди матеріалів і сумішей, точне формування подовжнього і поперечного профілю покриття, всі операції по літньому і зимовому утримуванню, ремонту і відновленню покрить та ін.

**Дорожня машина являє собою агрегат чи кілька агрегатів, які обладнанні одним чи декількома робочими органами для виконання однієї чи декількох операцій технологічного процесу дорожнього чи аеродромного будівництва відповідно до виробничих вимог при мінімальних витратах.**

Дорожня машина складається з ряду основних підсистем: технологічної (робочі органи і рушій); енергетичної (двигун); керування і життєзабезпечення, а також обслуговуючого персоналу. Основними відмітними ознаками дорожньої машини є: наявність спеціалізованого робочого органа, виконання робіт за один цикл і безперервність роботи. Для розміщення робочих органів є рама оригінальної конструкції; для цього ж широко використовують стандартні шасі вантажного автомобіля, трактора чи колісного тягача. Комплексна механізація й автоматизація робіт з будівництва покрить доріг і аеродромів заснована на раціональному поєднанні ряду машин загальнобудівельного призначення і спеціальних дорожніх машин.

**3. Основні тенденції розвитку машин для будівництва й експлуатації доріг і аеродромів.**

Аналіз тенденції науково-технічного прогресу і досягнень технології індустріального будівництва дозволяє виділити основні напрямки в розвитку дорожніх машин. Вони обумовлені загальними тенденціями розвитку машинобудування, вимогами науково-технічної революції (НТР) і народного господарства країни. Сучасний стан НТР визначається розвитком мікропроцесорного, роботизаційного і біотехнологічного напрямків. Використання в машинобудуванні мікропроцесорної техніки обумовило появу покоління ЕОМ зі штучним інтелектом. Такі ЕОМ дозволяють здійснювати введення і висновок інформації у вигляді образів і звуків, а також виконувати операції самопрограмування. Роботизація виробництва заснована на реалізації досягнень машинобудування, мікропроцесорної техніки та ЕОМ в автоматах і роботах. Це приводить до інтелектуалізації роботів і забезпечує можливість їхнього ефективного використання в будівництві. Основні напрямки розвитку будівельного і дорожнього машинобудування визначаються розвитком технології дорожнього й аеродромного будівництва і задачами інтенсифікації будівельного виробництва.

**Перший напрямок** включає проблеми підвищення якості, надійності, конкурентноздатності й екологічних властивостей машин. Їхній показники реалізуються в кожнім поколінні будівельних і дорожніх машин і на більш високому рівні. Головною задачею цього напрямку є підвищення показників безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності і здійснення заходів технічного обслуговування. Усе це зважується найбільше економічно й у повному обсязі на етапі проектування і виробництва. Для створення високоефективних, автоматизованих багатоцільових машин вимоги до надійності і збільшення терміну служби підвищуються.

У нових конструкціях дорожніх машин забезпечується значно менший обсяг робіт з технічного обслуговування. Для цього використовують устаткування зі збільшеним періодом між операціями по технічному обслуговуванню, централізованим змазуванням і керуванням від бортовий ЕОМ, з високоефективними фільтрами, модульним компонуванням, що забезпечує легкий доступ до вузлів із груповим розташуванням елементів, що вимагають частого обслуговування.

Для забезпечення зручності діагностування конструкцій застосовують вузли з убудованими діагностичними системами з індексацією даних на приладовій панелі, де вказується місце і характер дефекту, у результаті чого заощаджується час на пошук і усунення несправності. Розробляються методи і засоби підвищення ергономічних і екологічних якостей машин і їхньої конкурентноздатності. Широко використовують сидіння з регульованими параметрами, адаптовані системи керування, активні системи гасіння коливань у широкому діапазоні частот і амплітуд; забезпечується звукоізоляція кабіни, зниження загазованості і пилу, температурний комфорт. Кабіни обладнають системою захисту оператора при перекиданні машини і падінні на кабіну сторонніх предметів, використовують сигнальні датчики, що блокують пристрої, системи аварійного гальмування, звукову сигналізацію й ін.

Для підвищення конкурентноздатності машин поліпшуються: естетичного оформлення машин, організація сервісного технічного обслуговування і забезпечення запасними частинами. Нові машини за техніко-економічними показниками повинні перевершувати кращі з існуючих і мати патентну чистоту.

**Другий напрямок** характеризують проблеми електронізації, що стосуються широкої автоматизації і роботизації дорожніх машин на базі досягнень мікропроцесорної техніки і використання ЕОМ. Створюється автоматизована техніка, що забезпечує інтенсифікацію робочих і транспортних процесів, растошування робочих органів і полегшення праці оператора по керуванню агрегатами, оптимальні режими роботи і дистанційне керування машинами. Мікропроцесорні системи зі зворотними зв'язками обробляють сигнали від датчиків по програмах оптимального протікання робочого процесу. Перспективний напрямок складає роботизація будівельного виробництва – створення будівельних роботів, здатних здійснювати всі робочі операції, передбачені технологією, автоматично без участі людини.

Розроблено ряд перспективних електронних пристроїв і систем: єдині системи керування, у яких датчики пристроїв керування і попереджувальної сигналізації, а також модулі дисплеїв об'єднані в один блок; пристрою із синтезаторами мови, призначені для подолання утруднень, зв'язаних з недостатньою швидкістю зчитування інформації з приладів операторами, утратою чіткості зорового сприйняття, а також рятують операторів від необхідності відволікатися від візуальних спостережень за обстановкою при керуванні машиною; допоміжні пристрої, що дозволять навіть недосвідченим операторам підвищувати продуктивність машини; лазерні пристрої для планувальних робіт у сполученні з електронними керуючими системами, що забезпечують роботу в нічний час, що підвищує ефективність використання машин.

**Третій напрямок** включає рішення проблем подальшого підвищення ефективності робочих органів дорожніх машин для істотного підвищення виробничо-технологічних якостей машини на базі використання досягнень науки, техніки і передового досвіду. Воно включає два основних піднапрямка удосконалювання робочих органів: на базі традиційних методів впливу на середовище і на основі використання нових ресурсозберігаючих ефектів. Перший шлях охоплює рішення ряду питань сьогоднішнього дня. Насамперед потрібно створення дорожніх машин великої одиничної потужності (400 – 1500 кВт). Не менш важливою задачею є створення малогабаритної будівельної техніки потужністю 5 – 30 кВт як наслідок збільшення обсягів розосереджених, стиснутих і різноманітних робіт з реконструкції. Зростаюча вартість машин, оснащених автоматизованими системами, і труднощі з трудовими ресурсами приводять до необхідності робити машини з універсальними робочими органами. Створюються робочі органи, що володіють широким діапазоном застосування. Випускаються укладальники дорожніх матеріалів із пристроями для високого ущільнення, змішувачі багатоцільового призначення, маніпулятори з щелепним захопленням і устаткуванням, здатним працювати з інструментами різного призначення.

Другий шлях — створення дорожніх машин, основу робочих процесів яких складають нові фізичні ефекти, є перспективним напрямком. Здобуває значення розробка методів інтенсифікації робочих процесів при русі інструмента в середовищі шляхом зниження сил тертя в результаті використання: антифрикційних матеріалів, термічних ефектів, електрофізичних методів, устаткування для здійснення гідравлічного і газоповітряного змащення робочих поверхонь. Перспективним є розробка конструкцій, зв'язаних з використанням досягнень газо- і гідродинаміки для інтенсифікації руйнування, ущільнення і переміщення матеріалів різного виду. Для одержання принципово нових машин використовують нові ефекти.

**Четвертий напрямок** стосується проблем удосконалювання систем привода й енергетичних установок дорожніх машин для подальшого скорочення енергетичних витрат. Гідрофікація та електронізація машин забезпечує істотне збільшення продуктивності і зниження металоємності. Широкі перспективи відкриває застосування об'ємного гідроприводу і, зокрема, із приводом насосів від газотурбінного двигуна; гідромеханічної трансмісії з переключенням передач під навантаженням і можливістю частого реверсування; високо ефективних фільтрів і додаткового гідроустаткування.

Для удосконалювання теплових систем дорожніх машин велике значення мають рішення задач по утилізації дешевих палив, теплоти відпрацьованих теплоносіїв і підвищення ефективності теплоізоляції.

Дизельні двигуни являють собою найближчим часом основне джерело енергії дорожньої техніки. Двигуни з електронним керуванням забезпечують підвищення ККД, економію палива, «чистий випуск» і зниження шуму до 80 дб. Використання порошкових матеріалів дозволяє істотно підвищити робочий тиск, температуру й економічність двигуна. Передбачається використовувати газотурбінні двигуни на мобільних машинах. Реалізація напрямку зв'язана з проблемою створення економічної газової турбіни. У перспективі основним джерелом енергії можуть бути водневі двигуни і паливні елементи. Основу роботи останніх складає хімічна реакція між киснем і воднем з виділенням води. Ця тенденція обумовлена жорсткістю вимог по охороні навколишнього середовища.

**П'ятий напрямок** визначається рішенням проблем, зв'язаних з інтенсифікацією будівництва на основі подальшого розвитку систем машин різного призначення, широкого використання методів модульного проектування й уніфікації, ресурсозберігаючих технологій і створення системи механізованого інструмента. На базі модульного проектування створюються оптимальні структури систем дорожніх машин для різних кліматичних умов, типорозмірні ряди, уніфіковані машини, забезпечується широка спеціалізація і кооперація виробництва. Зростаючі обсяги дорожньо-будівельних робіт у віддалених важкодоступних районах вимагають розвитку спеціальних машин. Однієї з важливих задач є створення машин на основі використання ресурсозберігаючих технологій, принципів згортання ряду традиційних впливів в одну операцію і повторне використання відпрацьованих матеріалів.

**Шостий** **напрямок** визначає одну з важливих тенденцій розвитку машинобудування як системи виробництва нової дорожньої техніки і включає проблеми використання засобів і методів автоматизованого проектування (САПР), автоматизованих систем наукових досліджень (АСНД) і виробництва машин для скорочення часу і витрат, підвищення якості проектно-конструкторських робіт і темпів пошуку нових рішень. Цей напрямок зв'язаний з розробкою технологічних операцій будівництва на підставі використання гнучких автоматизованих будівельних виробництв (ГАБВ).

**Сьомий напрямок** стосується рішення важливих задач підвищення ефективності використання дорожньої техніки за допомогою удосконалювання структури підготовки і перепідготовки кадрів у сучасних умовах розвитку народного господарства і електронізації виробництва. Продуктивність машин із традиційної, не автоматизованою системою керування істотно залежить від кваліфікації оператора. Використання системи автоматичного керування (САК) дозволяє забезпечити більш 90 % потенційної продуктивності машини незалежно від рівня підготовки оператора. Автоматизація керування машиною вимагає по-новому організувати систему підготовки працівників різного рівня (інженерів, операторів і наладчиків) для створення й експлуатації машин з убудованим мікропроцесорним устаткуванням.

Велика увага приділяється питанням механізації й автоматизації робочих процесів. Збільшення технічної потужності промисловості дозволяє перейти від комплексної механізації окремих видів робіт до комплексної механізації всього технологічного процесу будівництва об'єкта, до автоматизації робіт окремих машин і машинокомплектів.

Обладнання, що бере участь у виробництві комплексних робіт, підбирають так, щоб досягалася найбільша продуктивність праці, забезпечувалися задані темпи будівництва (при найменших витратах) і максимально використовувалася продуктивність основної ведучої машини (при взаємному ув'язуванні продуктивності всіх машин комплекту).

**4. Загальна класифікація машин для будівництва доріг і аеродромів.**

Загальна номенклатура будівельних і дорожніх машин і устаткування підприємств будівельної індустрії, застосовуваних при будівництві й експлуатації автомобільних доріг і аеродромів, складає близько 2000 найменувань. Їх класифікують по ряду ознак: призначенню, принципу дії, мобільності.

За принципом дії машини бувають періодичної і безупинної дії; по мобільності — пересувні, збірно-розбірні і стаціонарні. Крім того, можна класифікувати по силових установках (як по типі, так і по потужності), ходовому пристрою, виду приводів виконавчих механізмів, типу робочих органів і інших ознак.

У такий спосіб класифікація машин, застосовуваних при будівництві й експлуатації доріг і аеродромів, дуже багатогранна. Тим більше, що кожен з розділів класифікації містить підрозділи.

Велику частину машин і устаткування, застосовуваних при будівництві й експлуатації доріг і аеродромів в Україні, роблять підприємства, розташовані на території колишнього СРСР, однак в останні роки широко використовується техніка з Німеччини, Франції, Японії, США й інших країн. Для упорядкування умовної позначки конкретної моделі машини введена єдина система індексації, по якій усі машини й устаткування, що випускаються в країнах колишнього СРСР розбиті по групах відповідно до призначення і конструктивних особливостей.

Індекс машини складається з буквеної і цифрової частин. Буквена частина вказує на групу, до якої відноситься машина, а цифрова (для всіх машин, крім екскаваторів і кранів) є порядковим номером реєстрації випуску нової моделі. Наприклад: машини для підготовчих дорожньо-будівельних робіт — ДП-4 (кущоріз), ДП-22 (навісний спушувач); машини для земляних работ-Дз-20 (причіпний скрепер), ДЗ-196 (бульдозер-спушувач); машини для ущільнення ґрунтів і дорожньо-будівельних матеріалів —ДУ-70 (самохідний віброкоток), ДУ-29 (самохідна ковзанка на пневмошинах); машини для готування сумішей — СБ-70 (бетонозмішувальна установка), ДС-126 (асфальтоукладач на гусеничному ходу), ДЭ-211 (шнекороторний снігоочисник) і т.д.

Цифрова частина індексів екскаваторів і кранів частково позначає їхні параметри. Перші три цифри в закодованому виді відбивають розмірну групу (місткість ковша чи екскаватора вантажопідйомність крана), тип ходової частини, конструктивне виконання робочого устаткування; четверта цифра відповідає порядковому номеру реєстрації моделі машин. Так, одноковшевий екскаватор з ковшем місткістю 0,65 м3 на гусеничному ходу канатної другої моделі, по реєстрації має індекс ЭО-4112, а автомобільний кран з телескопічною стрілою вантажопідйомністю 10 т першої моделі має індекс КС-3571. Траншейні ланцюгові і роторні екскаватори (ЭТЦ і ЭТР) мають індекси, цифрова частина яких позначає глибину копання і порядковий номер реєстрації моделі. Наприклад ЭТР-302 — екскаватор траншейний роторний для траншеї глибиною до 3 м другі моделі.

До індексів машин, що випускаються для районів з холодним і тропічним кліматами, додаються, відповідно, букви ХЛ і Т (ТС і ТВ). При модернізації машин до індексів машин додають букву російського алфавіту (А, Б, В и т. д.).

Народження вітчизняного дорожнього машинобудування варто віднести до 1930 р., коли був створений спеціалізований трест дорожнього машинобудування, кілька заводів якого стали випускати причіпні грейдери, самохідні і причіпні котки, малопотужні екскаватори, причіпні скрепери і т.д.

Одним з найбільших заходів, що підняли технічний рівень екскаваторів, навантажувачів і інших будівельних і дорожніх машин з'явилося їх переведення на гідравлічний привід. При цьому на 20...60 % збільшилася місткість ковшів одноковшевих екскаваторів і відповідно технічна продуктивність, одночасно знизилася їхня маса.

Важливим напрямком розвитку й удосконалювання будівельної техніки стало застосування автоматики, що дозволило організувати великосерійне виробництво автоматизованих автогрейдерів, автомобільних і баштових кранів, асфальто- і цементобетонних установок та ін. При цьому велику номенклатуру виробів (стрілові і баштові крани, асфальтоукладальники, укладальники цементних покрить, бетонозмішувальні й асфальтозмішувальні установки) стали випускати цілком із системами автоматичного захисту і керування. В даний час уже працюють комплекти машин ДС-110 для швидкісного будівництва доріг і аеродромів. Продуктивність одного комплекту при ширині смуги 7,5 м складає 1–1,5км за одну зміну роботи. На основі використання досягнень науки і техніки передбачений подальший технічний прогрес у будівельному і дорожнім машинобудуванні й у першу чергу в напрямку підвищення продуктивності та одиничної потужності машин, поліпшення питомих показників, робочих параметрів і ергономічних показників, підвищення надійності, уніфікації вузлів і деталей.