

Лівінський О.М., Пшінько О.М., Савицький М.В.,  
Курок О.І., Єсипенко А.Д., Бабиченко В.Я., Коваленко В.М.,  
Пелевін Л.Є., Смірнов В.М., Волянчук В.О.

дри

# БУДІВЕЛЬНІ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ

*Підручник*

За редакцією академіка Української академії наук,  
доктора технічних наук, професора О.М. Лівінського

Київ – 2015

*Рекомендовано до видання рішенням Вченої ради  
Дніпропетровського транспортного університету ім. Лазаряна  
(від 10 березня 2015 р., протокол №5)*

**Рецензенти:**

**Ємельянова І.А.**, доктор техн. наук, професор (Харківський державний університет будівництва і архітектури);

**Назаренко І.І.**, доктор техн. наук, професор (Київський національний університет будівництва і архітектури);

**Хмара Л.А.**, доктор техн. наук, професор (Придніпровська державна академія будівництва і архітектури, м. Дніпропетровськ).

**Лівінський О.М., Пшінько О.М., Савицький М.В., Курок О.І.,  
Єсипенко А.Д., Бабиченко В.Я., Коваленко В.М., Пелевін Л.Є.,  
Смірнов В.М., Волянчук В.О.**

**Б11 Будівельні машини та обладнання.** Підручник. – К. : Українська академія наук, «МП Леся», 2015. – 612 с.

Приведено відомості з комплексної механізації будівельного виробництва, системи машин, класифікації будівельних машин і їх ефективного використання. Розглянуто конструкції сучасної будівельної техніки, її складові частини та основи автоматизації. Представлено всі види будівельної техніки за структурою і технологічною послідовністю виконання будівельних робіт: для земляних, підйомно-транспортних, бетонних і сталебетонних, монтажних, опоряджувальних та ін. Висвітлено основні поняття з технічної експлуатації та ремонту будівельних машин.

Для студентів що навчаються за напрямом «Будівництво», «Інженерна механіка», «Машинобудування».

ISBN 966-8126-19-X

ББК.38.6-5я73

© Лівінський О.М., Пшінько О.М.,  
Савицький М.В., Єсипенко А.Д.,  
Бабиченко В.Я., Коваленко В.М., Курок О.І.,  
Пелевін Л.Є., Смірнов В.М., Волянчук В.О., 2015

## ПЕРЕДМОВА

Сучасне будівництво передбачає зведення і введення в експлуатацію житлових, цивільних і громадських будівель і споруд, промислових будівель, гідротехнічних та інженерних споруд. Для виконання величезних обсягів будівельно-монтажних робіт по їх спорудженню застосовують будівельні підйомно-транспортні машини, устаткування і засоби малої механізації.

Сучасне будівництво – одна із найбільш механізованих галузей народного господарства. Будівельні машини використовуються на всіх етапах будівельного виробництва: в кар'єрах для видобутку природних будівельних матеріалів (пісок, гравій, щебінь, глина, крейда і т.д.); у виготовленні бетонних і сталобетонних виробів і конструкцій; металевих, дерев'яних та інших будівельних елементів у заводських умовах; при навантаженні, розвантаженні і складуванні будівельних конструкцій; транспортуванні будівельних матеріалів; виконанні земляних, монтажних, покрівельних і опоряджувальних робіт та ін. Будівельні машини одночасно є засобами ремонтно-реставраційних та відновлювальних робіт.

В теперішній час в області механізації будівництва вирішуються проблеми високого технічного рівня, а саме:

- у сфері підвищення ефективності механізованого будівельного виробництва – створення технологічних комплектів і комплексів машин, які цілком забезпечують повну механізацію технологічних процесів і найвищу продуктивність використання будівельної техніки при мінімальних трудових витратах;
- у соціальній сфері – забезпечення комфортних умов для персоналу, що обслуговує будівельні машини, широке впровадження автоматизованих систем управління для полегшення ручної праці робітників, скорочення строків будівництва, трудових і матеріальних витрат, підвищення якості будівельно-монтажних робіт.

В сучасному будівництві все більше застосування знаходять високоефективні вітчизняні і зарубіжні високопродуктивні засоби механізації і системи машин для комплексної механізації трудомістких процесів технології будівельного виробництва. Підручник „Будівельні машини” містить відомості про засоби механізації, практично, для всіх видів будівельно-монтажних робіт. У кожній главі подаються теоретичні відомості про технологічний процес, або загальні відомості про машини розглядаємої теми з тим, щоб студент з першої сторінки мав чітку уяву про види будівельно-монтажних робіт, а потім уже змістовно вивчав будову, призначення і використання цих машин. На думку авторів це дає змогу глибоко засвоїти матеріал за темою.

Україна пишається своїми видатними вченими в галузі створення і застосування будівельних машин, розробці систем і технологічних комплектів машин для комплексної механізації і автоматизації будівельних процесів, організації експлуатації та ремонту будівельних машин. Серед них: Ю.О. Ветров, Г.В. Радіонов, Ю.Ф. Чубук, В.Л. Баладінський, І.А. Луйк, М.С. Канюка, О.М. Лівінський, Л.А. Хмара, І.А. Ємельянова, М.С. Болотських, О.Г. Оніщенко, Л.В. Назаров, А.М. Холодов, В.В. Нічке, І.І. Назаренко, В.Й. Сівко, В.Б. Яковенко, В.М. Смірнов, Л.Є. Пелєвін, О.Г. Маслов, Ю.Д. Абрашкевич, С.В. Кравець, О.І. Вольченко, Р.М. Рогатинський та ін.

В 60-70 роки ХХ ст. в розробку технології і механізації будівництва значний вклад внесли такі українські вчені, як Г.К. Лубенець, Ю.О. Ветров, П.І. Недавий,



О.Л. Філахтов, Б.Й. Рутковський, В.А. Голосов, О.Б. Білостоцький та ін. По теорії механізації будівництва слід відмітити праці Ю.О. Ветрова і його послідовників В.Л. Баладінського, Л.А. Хмари, В.П. Станєвського, А.І. Уткіна, Ю.П. Пристайло. Роботи Ю.І. Белякова і О.С. Фіделєва сприяли підвищенню ефективності роботи скреперів і одно-квішевих навантажувачів.

Значний внесок у розробку наукових основ і методів формування технологічних комплектів і систем машин та засобів малої механізації, баштових кранів, а також методів визначення ефективності комплексної механізації внесли вчені: М.С. Канюка, О.М. Лівінський, Р.Я. Зельцер, Р.А. Лівшиць, М.Г. Кучер, О.Т. Павлюк, І.П. Сліпченко та ін.

В Україні розроблена теорія і сформувався нове наукове направлення по проектуванню високоефективного вібраційного обладнання для формування збірних сталобетонних конструкцій (Ю.Ф. Чубук, К.А. Олехнович, І.І. Назаренко, В.М. Гарнець, В.Б. Яковенко, В.Й. Сівко).

Наукові школи, що були започатковані видатними вченими, їх фундаментальні праці сприяли підвищенню технічного рівня будівництва, росту комплексної механізації та ефективності будівельного виробництва.

Сьогоднішні студенти, а майбутні інженери і вчені, повинні знати і пам'ятати своїх видатних попередників, вчитися на їх прикладі і досягати вершин в науці і виробництві, як це робили ті, чий імена заслужено ввійшли в історію будівельної галузі України (в області механізації).

Дисципліна «Будівельні машини» є базовою і вона тісно пов'язана з такими дисциплінами як: «Технологія будівельного виробництва», «Будівельні матеріали», «Будівельні конструкції» тощо.

При підготовці даного підручника автори враховували багаторічний досвід викладання цієї дисципліни в КНУБА, ХДУБА, ПДАБА, ПНТУ та в інших вищих навчальних закладах України, а також праці видатних українських вчених.

Ціль даного видання донести до свідомості кожного студента в доступній формі відомості про будівельну техніку, її різноманітність, її роль в будівельній практиці, навчити молодших фахівців полюбити техніку, а в майбутньому, примножувати знання і досягнення в цій області. Однією з основних своїх задач автори вважають стимулювання інтересу студентів до глибокого засвоєння та оволодіння теоретичними знаннями і навиками творчої інженерної діяльності в галузі механізації будівельного виробництва.

Автори висловлюють щире подяку рецензентам підручника д.т.н., проф. І.А. Ємельяновій, д.т.н., проф. І.І. Назаренко і д.т.н., проф. Л.А. Хмарі за їх зауваження та цінні пропозиції, які з вдячністю були прийняті і враховані при підготовці рукопису до видання і сподіваються на те, що цей підручник буде широко використовуватися студентами вищих навчальних закладів в Україні і за її межами.

З глибокою повагою, —

**О.М. Лівінський**, перший віце-президент Української академії наук, заслужений будівельник України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, докт. техн. наук, професор.



# Глава 1

## ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ І ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І МЕХАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА. СТРУКТУРА І СКЛАД МАШИННОГО ПАРКА

---

### 1.1. Види будівельної продукції. Склад робіт і способи їх виконання

**Продукцією будівництва** є будівлі і споруди різного призначення. На відміну від усіх інших галузей народного господарства продукція будівництва стаціонарна, а будівельні підрозділи (бригади, машинні парки) мобільні і переміщуються від одного об'єкта робіт до іншого.

Продукція будівництва є дрібносерійною, а частіше індивідуальною, оскільки природно-кліматичні умови (рівень ґрунтових вод, ступінь їх агресивності, рельєф місцевості, сейсмічність, кількість і інтенсивність опадів і вітрових навантажень, мінімальні і максимальні температури повітря і ін.), соціальні, містобудівні, економічні та інші вимоги призводять до множинності об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель і споруд одного й того ж призначення.

Продукція будівництва різнилася:

- за видами відтворення – нові, реконструйовані і капітально відремонтовані будівлі і споруди;
- за призначенням – будівлі та споруди виробничого (промислового, сільськогосподарського, транспортного та ін.) і невиробничого призначення (житлові, культурно-побутові, спортивні, навчальні, дитячі, оздоровчі, адміністративні та ін.);
- за ступенем капітальності – постійні і тимчасові;
- за ступенем збірності – повнозбірні (панельні, блочні, комплектно-блочні), частково збірні (стіни з дрібноштучних матеріалів – цегли або дрібних блоків, а перекриття зі збірних елементів), збірно-розбірні (з металевих тримальних та дерево-металічних огорожувальних конструкцій, повітряноопорні, пневмокаркасні), монолітні (сталебетонні), дерев'яні;
- за поверховістю – будівлі малоповерхові (1...3 поверхи), багатоповерхові (до 25 поверхів) і висотні (понад 25 поверхів);
- за розташуванням на місцевості – споруди підземні (гаражі, склади, метрополітени, транспортні тунелі, каналізаційні, водопровідні та інші споруди) і наземні (автомобільні і залізничні дороги, мости, портові споруди, аеродроми, ЛЕП, телевежі та інші лінії зв'язку, домни, димові труби та ін.).

У будівельному виробництві застосовуються предмети і знаряддя праці, виконуються робочі рухи, робочі операції, технологічні процеси та види робіт.

**Предметом праці** називається все, що піддається якісній обробці або переміщенню в ході виконання будівельних робіт: будівельні матеріали, деталі й конструкції, ґрунт, вихідні матеріали для приготування будівельних конструкцій (пісок, щебінь, шлак, гравій) і ін.

**Знаряддями праці** є машини, технологічне оснащення, механізований і ручний інструмент.

**Робочий рух** – це технологічно необхідне переміщення (або обертання) знаряддя праці або його робочого органу або предмета праці.

**Робоча операція** – це сума технологічно необхідних робочих рухів, нерозривно пов'язаних за часом виконання, в результаті виконання яких здійснюється переміщення або якісна зміна предмета праці.

**Технологічний процес** – це сума технологічно необхідних робочих операцій, здійснюваних безперервно (одночасно або послідовно), в результаті виконання яких виходить продукція певної ступені готовності.

Сума різних технологічних процесів, пов'язаних спільністю оброблюваних або переміщуваних предметів праці і виконуваних при зведенні тих чи інших будівельних конструкцій в різні проміжки часу, утворює **вид робіт**.

Робочі руху та операції технологічного процесу можуть виконуватися машинним способом і вручну.

**Механізованим інструментом** називається засіб праці, що має механічний, електричний, пневматичний або інший привід, отримуваний від спеціального джерела, але на відміну від машин, виконує робочі операції з додаванням м'язової енергії людини до предмета праці або до робочого органу.

**Механізованою операцією** називається сума технологічно необхідних робочих рухів, нерозривно пов'язаних за часом виконання і виконуються в кожен даний момент часу лише одним робочим органом машини без затрат ручної праці.

**Механізація** – це заміна ручних засобів праці машинами при виконанні окремих операцій технологічного процесу.

**Комплексна механізація** – це заміна ручних засобів праці машинами при виконанні всіх взаємозалежних операцій технологічного процесу комплектом машин.

**Комплект машин** – це технологічна сукупність машин, взаємопов'язаних між собою за їх основними параметрами, призначена для здійснення одного або декількох технологічних процесів.

**Автоматизованим процесом**, називається сукупність технологічно необхідних робочих операцій, виконуваних одночасно або послідовно комплектом машин, пристроїв та приладів без безпосередньої участі людини, яка тільки здійснює загальний контроль за ходом процесу і роботою обладнання.

## **1.2. Основні види будівельно-монтажних робіт, їх механізація і основні показники оцінки їх рівня**

До будівельно-монтажних робіт, тобто робіт, що виконуються безпосередньо зі зведення будівлі чи споруди, відносяться: підготовчі (очищення території об'єкту – знос старих будівель або споруд, ліквідація чагарнику, пнів, водозниження або осушення та ін.), земляні (включаючи бурові та вибухові), пальові, монтаж будівельних конструкцій, технологічного обладнання та трубопроводів, бетонні, кам'яні, теслярські, штукатурні, малярні, інші оздоблювальні (шпалерні, скларські, плиткові, паркетні та ін.), санітарно-технічні та електромонтажні (зовнішні і внутрішні), покрівельні, ізоляційні, внутрішньо будівельні, транспортні, вантажно-розвантажувальні, такелажні роботи, улаштування верхньої одежі залізничних і автомобільних доріг, берегоукріплювальні та інші роботи.

До робіт, виконуваних у підсобних виробництвах будівельних організацій, відносяться: приготування бетону і розчину, фарб, виготовлення різних бетонних, сталобетонних, дерев'яних та інших конструкцій, напівфабрикатів та технологічної оснастки



(опалубки, риштування, лісів і т. д.) полігонним способом або в майстернях будівельних організацій, видобуток піску, гравію та каменю в кар'єрах, не виділених на промисловий баланс, позабудівні вантажно-розвантажувальні і складські роботи, технічне обслуговування та ремонт будівельних машин та інші види робіт.

До робіт, виконуваних в інших і обслуговуючих будівництво господарствах, відносяться: доставка будівельних матеріалів, деталей, конструкцій і технологічного обладнання на будівельний майданчик (приоб'єктний склад) власними автотранспортними засобами будівельної організації, технічна експлуатація цих засобів, лабораторні роботи (контроль якості матеріалів і конструкцій), утримання службових і житлових будівель будівельних організацій та ін.

В даний час будівельні роботи виконуються переважно з використанням машин, завдяки їх високій продуктивності в порівнянні з роботами, які виконуються вручну. Це призводить до скорочення термінів будівництва та зниження пов'язаних з цим витрат. У той же час в будівництві є деякі технологічні процеси або окремі операції, в яких ще збереглася ручна праця, здебільшого, через недоцільність їх механізації.

Будівельні процеси, в яких зайняті машини, називають механізованими, а їх забезпеченість машинами – механізацією будівництва, по відношенню до якої будівельні машини також називають засобами механізації. Розрізняють повну та часткову механізацію. У першому випадку всі технологічні операції будівельного процесу виконуються машинами, а в другому на окремих операціях використовується також ручна праця.

В даний час для виконання одних і тих же видів будівельних робіт використовуються різні типи і моделі машин. У будівельній практиці при плануванні організації робіт доводиться вирішувати задачі оптимального вибору засобів механізації для найбільш ефективного виконання будівельних робіт. Подібні задачі виникають також при комплектуванні парків машин управління механізації для виконання будівельних робіт більш довгострокового періоду. У цих випадках орієнтуються на показники механізації, найбільш суттєвими з яких є:

- продуктивність праці на одного робітника, чисельно рівна відношенню загального обсягу робіт, виконаних протягом зміни, до загального числа робітників, зайнятих на цих роботах;
- вартість одиниці продукції, дорівнює сумі всіх грошових затрат, пов'язаних з її виробництвом; частка ручної праці, оцінюється відношенням обсягу або вартості робіт, виконаних вручну, до загального обсягу (вартості) робіт або відношенням кількості робітників, зайнятих на ручних роботах, до загальної їх кількості.

Ефективність механізації будівництва буде тим вище, чим більше перший показник і нижче два інших. Ці показники також залежать від таких основних параметрів машин як їх маса, потужність приводного двигуна і ін. Так, при виконанні монтажних робіт машинами малої потужності продуктивність праці в 8...13 разів більше того ж показника при використанні ручної праці, а в разі застосування машин великої потужності це відношення може зрости в 50...100 разів. Порівняння вартостей 1 т змонтованих машинами та вручну конструкцій складе 0,4...0,6 у разі застосування машин малої потужності і в 3...4 рази менше цього відношення в разі застосування машин великої потужності. З цього порівняння ще не можна зробити однозначний висновок про більш високу ефективність машин великої потужності. Їх доцільно використовувати на масових будівельних роботах, тому що при обмежених обсягах цих робіт, розосередже-



них по різних будівельних об'єктах, і великий вартості їх перебазувань можна отримати протилежний результат.

Слід також вельми обережно ставитися до такого показника як частка ручної праці, який у ряді випадків без зв'язку з іншими показниками не стільки прояснює оцінку рівня механізації, скільки ускладнює її. Розглянемо це на прикладі механізації відривання траншей із застосуванням траншейного екскаватора продуктивністю 500 м<sup>3</sup>/год. Припустимо, що частка ручної праці в цьому процесі (очищення вручну траншеї від обсіпання ґрунту) становить 0,5%. Отже, рівень механізації в цьому випадку складе 99,5%. На перший погляд ця цифра свідчить про дуже високий рівень механізації. Оцінимо тепер частку ручної праці по відношенню числа робітників, зайнятих ручною працею, до загального їх числа, припустивши, що екскаватор обслуговується одним машиністом. При зазначеній вище частці ручної праці в 0,5% щогодини з траншеї буде вироблено приблизно 2,5 м<sup>3</sup> ґрунту вручну. При середньому виробленні 0,5 м<sup>3</sup>/год на одного робітника-ручника для виконання цього обсягу робіт буде потрібно 5 робочих, що по відношенню до загального числа робочих 5+1 = 6 складе 5/6•100% = 83,3%. Іншими словами, на кожного механізатора при зазначеному вище рівні механізації потрібно 5 робітників, зайнятих ручною працею. Продуктивність праці на одного робітника складе (500 + 2,5)/6 = 83,75 м<sup>3</sup>/год. Навіть незначне (на 0,1%) зниження частки ручної праці при інших рівних умовах призведе до скорочення робочих-ручників на одну людину і збільшення продуктивності праці до (500+2)/5=100,4 м<sup>3</sup>, що майже на 20% вище колишнього показника. При переході від ручної праці до машинної ефект досягається завдяки технічному переозброєнню зайнятих у будівельному процесі робітників – заміні примітивних ручних інструментів (лопат) машиною (екскаватором), що відповідає сучасному технічному рівню.

Найбільш повно рівень механізації можна оцінити вартістю одиниці продукції, яка комплексно враховує всі витрати будівельного виробництва. У разі використання в будівельному процесі тільки однієї машини цей показник перетворюється в питомі приведені витрати:

$$Z_{\text{пгг}} = Z/P_e \quad (1.1)$$

де  $P_e$  – річна експлуатаційна продуктивність машини.

Річні приведені витрати:

$$Z = C + EK, \quad (1.2)$$

де  $C$  – поточні витрати, рівні собівартості річного обсягу продукції машини;  $E$  – коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;  $K$  – одноразові капітальні вкладення на створення чи купівлю машини.

Коефіцієнт  $K$  залежить від терміну служби машини і становить від 0,1...0,15 для великих машин до 0,4...0,5 для машин малої потужності. Якщо в будівельному процесі зайнято кілька машин, то при розрахунку приведених витрат під  $Z$  розуміють їх сумарні витрати. Більш високу ефективність застосування машин (їх високої продуктивності, мінімальної витрати енергії, експлуатаційних матеріалів і інструментів при їх роботі, мінімальних витрат часу та інших ресурсів на ремонт, технічне обслуговування та перебазування машин, мінімальному числу машиністів та іншого обслуговуючого персоналу) відповідають менші питомі витрати.

У механізації будівництва існує також **поняття малої механізації** з використанням ручних машин, механізмів, пристроїв і оснащення, що спрощують і полегшують ручну працю і підвищують її продуктивність.

### 1.3. Комплексна механізація та автоматизація будівництва

Сучасна технологія будівельного виробництва заснована на виконанні будівельних процесів за допомогою машин, а найважливішою умовою вдосконалення технології будівельного виробництва є комплексна механізація та автоматизація будівельних процесів.

Ручна праця в будівництві витісняється механізованою за рахунок перенесення великої кількості процесів на підприємства будівельної індустрії і оснащення будмайданчиків вискоєфективними будівельними машинами та засобами малої механізації (табл. 1.1).

**Таблиця 1.1. Рівень механізації основних будівельних робіт**

Роботи	Об'єми механізованих робіт, %	
	всього	в тому числі комплексно механізованих
Земляні	99,6	97,7
Вантажно-розвантажувальні	93,8...99	30...40
Монтаж бетонних та сталебетонних конструкцій	96	96
Бетонні і сталебетонні	92,3	92,3
Приготування бетону	89,9	89,9
Приготування розчину	77,7	77,7
Штукатурні	78,8	40
Малярні	79,8	40

Найбільший ефект в удосконаленні технології будівельного виробництва і застосування машинної техніки дає **комплексна механізація будівельних процесів**.

Суть комплексної механізації полягає в тому, що всі основні і допоміжні важкі і працемісткі процеси окремих видів робіт виконують із застосуванням комплексів машин та засобів малої механізації, ув'язаних між собою за технологічним призначенням та продуктивності.

Продуктивність всіх машин, що складають машинний комплекс, визначають з урахуванням продуктивності головного ведучого агрегату (машини).

Для кожного виду робіт відповідно до конкретних умов створюють свій набір машин та засобів малої механізації.

Кількість машин, що складають комплект, повинна забезпечувати безперебійну роботу ведучого агрегату і виконання всього обсягу робіт у встановлені календарні терміни.

Всі види будівельних робіт поділяються на технологічні процеси, а ці, в свою чергу – на операції, що виконуються послідовно (циклічні процеси) або одночасно (безперервні процеси). У разі різноманітних операцій вони виконуються різними машинами, зв'язаними між собою по продуктивності, і в сукупності утворюють комплект. Прикладом може служити комплект машин, що складається з екскаватора, що розробляє ґрунт в котловані, і декількох самоскидів, зайнятих вивезенням розробленого ґрунту. Технологічний процес з використанням зазначеного комплексу, не втрачаючи своєї самостійності, може бути складовою частиною більш складного технологічного про-



цесу, що включає, наприклад, розпушення міцного ґрунту гідромолотом перед його екскаваторною розробкою. У цьому випадку зазначений вище комплект машин разом з гідромолотом утворює комплект. Для виконання робіт на одному місці можуть бути використані комбайни, число і різноманітність робочих органів яких має відповідати кількості і характеру виконуваних операцій. Комбайн може бути представлений також комплектом машин, керованих автоматично з єдиного пульта. Прикладом може служити комплект машин для будівництва автомобільних доріг, що складається з профілювальника основи для утворення дорожнього котлована, конвеєра-перевантажувача для завантаження вийнятого з котлована ґрунту в автосамоскиди, розподільника кам'яних матеріалів основи, котків для їх ущільнення, бетоноукладача для укладання на основу шару бетону, арматурних візків і занурювача в бетон арматурної сітки, машини для фінішної операції, нарізувальники і заливальники швів.

Найбільш високою формою механізації будівельних робіт є комплексна механізація.

**Комплексна механізація** – це метод виробництва будівельних робіт, коли всі технологічні операції певного процесу (основні і допоміжні) виконуються за допомогою комплекту машин та засобів малої механізації, ув'язаних між собою за технологічним призначенням, технічним рівнем і продуктивності, що забезпечує заданий темп робіт та оптимальні техніко-економічні показники.

Комплексна механізація не виключає ручної праці, але тільки на не трудомістких операціях за умови, що при цьому загальний темп робіт не буде знижений і що механізація цих операцій недоцільна як з економічних міркувань, так і з метою полегшення праці.

У складі комплектів розрізняють ведучі, допоміжні та резервні машини.

За ведучою машиною визначають продуктивність комплекту, його склад і організацію процесу в цілому. Наприклад, при комплексній механізації земляних робіт в процесі влаштування котловану провідною машиною, що визначає продуктивність комплекту, є екскаватор. За його продуктивністю та іншими параметрами вибирають комплектуючі машини – автосамоскиди для відведення ґрунту, бульдозери для планування дна котлована, бульдозери і котки для робіт на відвалі ґрунту та ін. У кожному такому комплекті є одна або декілька ведучих машин, з допомогою яких виконуються основні технологічні процеси та операції. Звичайно продуктивність допоміжних машин і механізмів перевищує продуктивність ведучої машини на 10-15%. Бажано вибрати машини універсального застосування.

Провідні машини виконують технологічно взаємопов'язані операції будівельного процесу, допоміжні машини сприяють виконанню ведучими машинами основних функцій та підвищення їх продуктивності, резервні машини призначені для забезпечення надійності функціонування комплекта. Наприклад, при будівництві дорожніх насипів в комплект машин зазвичай входять:

- вялості ведучих машин – однокішвові екскаватори, розробляють ґрунт у кар'єрах, автомобілі-самоскиди для доставки ґрунту з кар'єрів в насип, бульдозери, автогрейдері і самохідні або причіпні котки для розрівнювання та ущільнення ґрунту в насипі;
- допоміжних – бульдозери, ковшові навантажувачі та автогрейдері, зайняті на утриманні в справності землевозних доріг, планувальники укосів і розпушувачі на тракторах для розпушування міцних і мерзлих ґрунтів;



- резервних – машини по номенклатурі ведучих машин (по одному примірнику кожного виду).

В даний час від комплексної механізації окремих видів робіт переходять до комплексної механізації зведення об'єкта в цілому (будівлі, споруди) за допомогою динамічної, що змінюється в часі залежно від ряду факторів, системи машин, тобто сукупності будівельних машин, ручних машин, транспортних засобів та допоміжного обладнання, сформованої на основі технологічних вимог будівництва з урахуванням перспектив його розвитку.

Основними показниками економічної ефективності механізації будівельних процесів є собівартість, працемісткість і тривалість робіт.

До додаткових показників відносяться: витрати електроенергії і палива на одиницю продукції; питомі показники маси машин, їх металоємності і потужності на годинну продуктивність; виробіток машини або комплекту машин на одного робітника; річна продуктивність машини або комплекту машин, термін їхньої служби. Додаткові показники використовують при порівнянні методів виконання механізованих процесів.

Провідні машини в складі комплексу можуть бути технологічно з'єднані послідовно, паралельно і комбіновано (рис. 1.1). При послідовному з'єднанні зупинка однієї машини викликає зупинку всього комплексу; при паралельному – окремі машини працюють незалежно одна від одної, тому зупинка будь-якої машини викликає тільки втрату темпу.

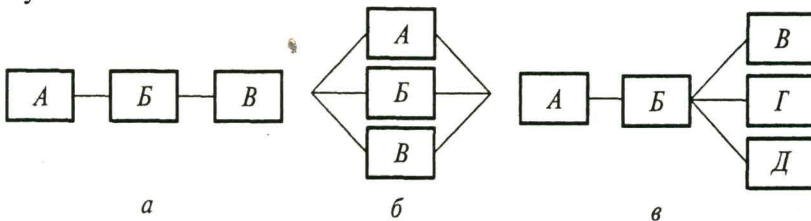


Рис. 1.1. Схема з'єднання машин у комплекті:

*а – послідовне; б – паралельне; в – комбіноване; А-Д – провідні машини комплексу робіт*

Рівень комплексної механізації даного виду робіт оцінюють процентним відношенням обсягу робіт, виконаних комплексно-механізованим способом, до загального обсягу робіт. Крім вищенаведених показників механізації робіт для порівняльної оцінки ефективності комплексної механізації використовують такі показники як:

- механічна озброєність праці – вартість зайнятих в технологічному процесі машин, віднесена до одного робочого;
- енергоозброєність праці – кількість енергії, споживаної в процесі виконання будівельних робіт, що припадає на одну відпрацьовану людино-годину або на одного робітника.

З метою подальшого підвищення продуктивності та зниження витрат ручної праці здійснюють перехід до автоматизації виробничих процесів.

Розрізняють автоматичні й автоматизовані процеси. У автоматичних процесах всі операції виконують на технологічних лініях із застосуванням автоматичних пристроїв-роботів, що здійснюють технологічні процеси відповідно до заданої програми. Людини доводиться лише спостерігати за роботою автоматичних технологічних ліній та здійснювати їх налагодження.

В автоматизованих процесах автоматично виконують лише окремі елементи технологічних процесів, застосовуючи маніпулятори. При цьому для виконання ряду операцій і отримання кінцевого продукту потрібне втручання людини.

Автоматизація технологічних процесів передбачає оснащення машин пристроями, що забезпечують виконання будівельних робіт за допомогою машин без оперативного втручання людини. У цьому випадку говорять про автоматизовану машину або автоматизований комплект. За оператором залишаються лише функції спостереження за роботою машини і перемикання управління на себе в екстремальних ситуаціях. **Автоматизація** – це одна з найбільш ефективних форм системи управління, тому що вона вивільняє повністю або частково людину від управління машиною. Важливим позитивним фактором автоматизації є гарантована можливість більш високої якості будівельних робіт, в ряді випадків сприяє скороченню часу на їх виконання. Так, якщо для отримання необхідної якості земляної поверхні при її плануванні неавтоматизованим бульдозером потрібно зробити п'ять-шість проходів по одному сліду, то з застосуванням автоматичної системи управління таку ж якість може бути отримано за тричотири проходи. Автоматичні системи управління машинами позбавлені властивого людині такого негативного чинника як фізична втома, внаслідок якої до кінця робочої зміни у машиніста притупляється чіткість у координації управлінських рухів, що веде до зниження продуктивності. В даний час автоматизація будівництва здійснюється у таких напрямках:

- впровадження автоматизованих систем управління будівництвом (АСУБ) і підприємствами будівельної індустрії (планування, диспетчерський контроль, матеріально-технічне забезпечення, виробничо-технологічна комплектація);
- часткова автоматизація технологічних процесів на підприємствах будівельної індустрії (приготування бетонної суміші і розчинів, теплова обробка виробів, заготівля і зварювання арматурних каркасів, складування і транспортування цементу та інертних матеріалів та ін.).

Основними шляхами вдосконалення механізації і автоматизації будівництва є: підвищення одиничної потужності та технічного рівня будівельних машин; розширення їх номенклатури і збільшення випуску; оснащення будівництва малогабаритними машинами і ручними машинами для виконання працемістких, але мало об'ємних робіт; розробка і впровадження автоматичних і автоматизованих технологічних процесів з застосуванням роботів і маніпуляторів; розвиток виробництва уніфікованих серій роботів і маніпуляторів для оснащення ними будівельних процесів, що діють на модернізованих технологічних лініях і окремих машинах.

Найважливіше завдання – раціональне використання парку машин і механізмів, підвищення коефіцієнта змінності, забезпечення виконання встановлених норм виробітку для кожного виду машин. Раціональне використання будівельних машин необхідно передбачати при розробці ПОБ та ПВР.

Можливості комплексної механізації і автоматизації процесів виробництва повинні враховуватися при проектуванні будівельних конструкцій, будівель і споруд.

Застосування автоматизованих систем управління як правило ефективно тільки при комплексно механізованому технологічному процесі, оскільки автоматизація вивільняє тільки робітників-механізаторів, які при частковій механізації становлять незначну частину від загального числа робітників, внаслідок чого витрати на створення і обслу-



говування автоматичних систем управління можуть виявитися не окуплені. При частково механізованому будівельному виробництві можливе зростання продуктивності машин за рахунок автоматизації їх роботи в ряді випадків не покриває зниження їх продуктивності через простої з організаційних причин.

**Автоматизацію називають повною або комплексною**, якщо всі основні і допоміжні процеси управління автоматизовані так, що задана продуктивність і якість продукції забезпечуються без втручання людини, за яким залишається тільки функція спостереження за роботою спеціальних пристроїв. Зі сказаного випливає, що шлях до комплексної автоматизації лежить через комплексну механізацію будівельних процесів.

Значні успіхи досягнуті в автоматизації підприємств будівельної індустрії, наприклад, бетонних та розчинних заводів, конвеєрних ліній на ДБК. Широке застосування знайшли автоматизовані системи управління будівництвом (АСУБ), призначені для регулярного вирішення основних завдань виробничо-господарської діяльності будівельних організацій. Такі системи вже ряд років працюють у великих будівельних підприємствах (Головмосбуд, Головкиївміськбуді, та ін.).

У будівельних машинах використовують автоматичні обмежувальні, запобіжні та облікові пристрої, йде автоматизація і такого складного ланцюга, як людина – робочий орган машини – об'єкт впливу – привод машини. Так, наприклад, працюють автогрейдери, забезпечені системою «Профіль-2», що забезпечує автоматичну стабілізацію положення відвала. У траншейних екскаваторах автоматизований контроль напрямку і ухилу дна траншеї, в скреперах і бульдозерах – управління процесом копання і т.п.

Складніше автоматизувати монтажно-укладальні процеси, здійснювані безпосередньо при зведенні об'єкта. Однак і тут знаходять застосування баштові крани з радіопрограмним управлінням, бетононасоси з гідроприводом і телекеруванням операцією з укладання бетонної суміші та інші пристрої.

На багатьох домобудівних комбінатах працюють автоматизовані диспетчерські. Вони забезпечують контроль і обробку інформації, регулюють виготовлення деталей, транспортні та інші операції, подачу деталей на монтажні ділянки.

Необхідно відзначити ще два важливі напрямки використання автоматичних систем та пристроїв у роботі машин і в механізованому будівельному виробництві в цілому. У конструкціях будівельних машин широко застосовують автоматичні пристрої, попереджувальні позамежні режими їх роботи, включаючи аварійні ситуації. Такі пристрої можуть виконувати тільки сигнальні функції – видавати світлову, звукову й іншу інформацію керуючому роботою машини оператору (машиністу), випереджаючи екстремальні ситуації, або блокувати окремі органи управління в тому числі при автоматичному управлінні.

Область другого важливого напрямку застосування автоматичних пристроїв – автоматичний облік та контроль за роботою будівельних машин і будівельних процесів в цілому із створенням надійного постійно діючого зв'язку між окремими агрегатами і пунктами управління (конторами будівництва, диспетчерськими вузлами і т.п.). Ця область включає інформацію про продуктивність праці, зокрема зайнятих в технологічних процесах робітників, фактичний час чистої роботи машин, стан їх основних агрегатів і вузлів, простоях машин із зазначенням причин, виробітку машин, витраті енергії, горючих і мастильних матеріалів і т.п. За результатами обробки цієї інформації



представляється можливість ефективно і оперативно керувати ходом будівництва і роботою парку будівельних машин.

#### **1.4. Удосконалення структури парку машин для роботи в ринкових умовах**

Парк будівельних машин, що знаходяться в розпорядженні будівельних організацій, дуже великий, але незважаючи на це близько 50% робітників все ще виконують різні операції вручну. Витіснення ручної праці – найважливіша державна задача. Вона може бути вирішена в результаті впровадження більш досконалих машин і поліпшення ступеня їх використання, комплексної механізації та автоматизації будівельних процесів разом з широким застосуванням збірних конструкцій.

Структура парку будівельних машин поліпшується внаслідок створення розмірних рядів машин, збільшення їх потужності, маневреності та підвищення зносостійкості. Наприклад, у новому розмірному ряду будівельних баштових кранів є крани, призначені для монтажу будівель заввишки до 30 поверхів. Вантажопідйомність стрілових кранів доведена до 160 т, пневмоколісних – до 100 т, автомобільних (з окремим двигуном ходу) – до 63 т. Значно збільшується випуск потужних бульдозерів з двигунами до 400 кВт, самохідних скреперів з ковшем місткістю 15-25 м<sup>3</sup> і швидкістю пересування до 70 км/год.

У перспективі – випуск кранів з телескопічним висуванням стріл вантажопідйомністю до 120 т, скреперів з ковшами місткістю до 40 м<sup>3</sup> і т. д. Удосконалення структури і складу машинного парку є складовою частиною єдиного організаційно-технічного процесу зведення будівель і споруд, найважливішою умовою організації будівництва в ринкових умовах і повинно проводитися систематично і комплексно по мірі зміни обсягів способів виконання будівельно-монтажних робіт, витрачання ресурсу засобів механізації, появи нових машин, впровадження досягнень науково-технічного прогресу в матеріально-технічну базу експлуатації будівельної техніки. Відповідність розміру, і структури парку машин обсягам і технології будівельно-монтажних робіт, правильний розподіл техніки по об'єктах, її ефективне багатозмінне використання, підтримання парку машин у працездатному стані сприяють зростанню продуктивності праці в будівництві, зниженню вартості і скороченню термінів зведення об'єктів, досягненню високого рівня якості споруд. Розрахунки потреби в поновленні парку машин потрібно здійснювати згідно з ДБН Г.1-5-96 «Нормативна база оснащення будівельних організацій (бригад) засобами механізації, інструментом та інвентарем» (розроблені під науковим керівництвом д.т.н. професора О.М. Лівінського). Удосконалення машинного парку починається з визначення потреби та розміру постачання засобів механізації для виконання у всіх підгалузях будівництва намічуваних обсягів робіт. Вихідними даними для розрахунку потреби в будівельних машинах є: структура та фізичні обсяги будівельно-монтажних робіт; виробітку машин на різних видах робіт; способ виконання окремих видів будівельно-монтажних робіт і номенклатура потрібних машин (табл. 1.2, 1.3).

При визначенні обсягів робіт враховують фактори, що впливають на їх величину: науково-технічний прогрес у галузі індустріалізації будівництва; зміни в об'ємно-планувальних і конструктивних рішеннях об'єктів, що зводяться; досягнення за технологією виконання будівельно-монтажних робіт, застосування сучасних засобів механі-

зації; зниження вартості будівництва, що сприяє відносному збільшенню фізичних обсягів робіт на 1 млн. грн. капітальних вкладень.

В основу розрахунку виробітку машин повинні бути покладені передові технічні рішення: застосування машин, що мають галузі ефективного використання в підгалузях будівництва; спорудження об'єктів на базі прогресивної технології виконання будівельно-монтажних робіт; організація ритмічної багатозмінної роботи машин на об'єктах.

**Таблиця 1.2. Залежності між вихідними даними для розрахунку потреби в будівельних машинах**

Формула	Призначення	Розшифровка
$N = \sum W_i N_i$	Розрахунок потреби коштів механізації машинного парку, обслуговуючого декілька підгалузей будівництва	$N$ – загальна потреба в машинах для виконання обсягу робіт на запланований період; $W_i$ – обсяг робіт, що підлягають виконанню в $i$ -й підгалузі будівництва; $N_i$ – кількість машин, необхідних для виконання річного обсягу робіт $i$ -ю підгалуззю будівництва
$N_i = \sum \frac{V_j Y_j}{100 B_j}$	Визначення кількості машин, необхідних для виконання даних обсягів робіт	$V_j$ – фізичний обсяг у натуральному вираженні $j$ -го виду робіт, що припадають на 1 млн.грн. будівельно-монтажних робіт; $Y_j$ – питома вага обсягів робіт, виконуваних даними машинами,%; $B_j$ – річний виробіток машин у фізичних обсягах на одну машину або одиницю головного параметра
$C_j = C / V_j$	Визначення питомої вартості робіт	$C$ – сумарна вартість робіт, виконаних за базовий період, грн.; $V_j$ – загальний обсяг даного виду робіт за базовий період.
$B_i^H = B_{e.pik} \cdot K_B T$ $B_{e.год} = V_{роб.} / H_{вр}$ $K_B = t_{п} / t_{зм.}$	Визначення продуктивності машини при розрахунках для низових будівельно-монтаж підприємств	$B_{e.pik.}$ – продуктивність машини в фізичних вимірниках за 1 рік робочого часу; $K_B$ – коефіцієнт використання внутрізмінного часу; $T$ – кількість годин роботи машини протягом року; $V_{роб.}$ – обсяг робіт, на які визначені затрати машинного часу за ЄНіР; $H_{вр}$ – норма часу по ЄНіР на виконання об'єму $V_{роб.}$ ; $t_{п}$ – час корисної роботи машини за зміну, маш.год; $t_{зм.}$ – тривалість зміни, год.
$B_i = (O_{ф} / T_{ф}) T$	Визначення виробітку машин при розрахунках для рівня великих об'єднань, концернів, асоціацій	$O_{ф}$ – обсяг фактично виконаних робіт за звітний період $T_{ф}$ – фактичний робочий час однієї середньоспискової машини за звітний період



$N_H = [Q_H Y_H - E_H^r N_3 (1 - 1/A_3)] / E_H^r$ <p>що справедливо за умови повного припинення виробництва замінних засобів механізації з моменту випуску нових машин</p> $N_H = [Q_H Y_H - E_H^r N_3^2 (1 - 1/A_3)] / E_H^r$ <p>що справедливо, якщо замінна машина буде випускатися і в наступні роки виробництва нової машини при наявності (<math>N_3^2</math>) замінної машини на і-му році виробництва нової машини</p>	<p>Визначення потреби в нових машинах замість тих, що знаходяться в експлуатації засобів механізації аналогічного призначення</p> <p>При відсутності даних про обсяги робіт, виконуваних замінюваними машинами, визначення потреби проводять за формулою:</p> $N_H = K_c E_H^r N_3 (1 - 1/A_3) / E_H^r$ <p>де <math>K_c</math> – коефіцієнт способу виробництва робіт</p>	<p><math>N_H</math> – потреба в нових машинах по роках випуску; <math>Q_H</math> – обсяг робіт даного виду на певному році виробництва нової машини; <math>Y_H</math> – питома вага обсягу робіт, що виконується машинами даного типу на певному році виробництва нової машини; <math>E_H^r</math> і <math>E_H^r</math> – річна експлуатаційна продуктивність, відповідно замінюваної і нової машини, <math>N_3</math> – наявність замінних машин в будівництві. на перший рік серійного виробництва нових машин, <math>A_3</math> – термін служби замінюваної машини</p>
--	---	---

**Таблиця 1.3. Джерела визначення вихідних даних при розрахунку потреби в будівельних машинах для різних рівнів управління**

Показники	Значення	Будівельно-монтажне підприємство, об'єкт	ТБО, міністерство, будкомітет, відомство
Річний обсяг робіт, що підлягають виконанню в і-й підгалузі будівництва, млн грн.	$W_i$	Проекти організації будівництва, проекти виконання робіт і технологічні карти об'єктів, що підлягають будівництву	Статистична звітність про стан механізації будівництва з урахуванням науково-технічних досягнень в структурі будівництва
Загальний обсяг даного виду робіт за минулий (базовий) період (рік), м <sup>3</sup> , т, м <sup>2</sup> та інші одиниці	$V_{\text{заг}}$	Проекти виконання робіт по об'єктах, на яких виконаний обсяг робіт даного виду	Статистична звітність
Сумарна вартість робіт за базовий період, млн. грн.	$C$	Цінники на об'єкти	Статистична звітність
Питома вага обсягів робіт, виконуваних даними машинами, %	$U_i$	Області ефективного застосування машин, проекти виконання робіт	Статистична звітність
Обсяг робіт, на які визначені витрати машинного часу, м <sup>3</sup> , т, м <sup>2</sup> та інші одиниці	$V_{\text{роб}}$	ЄНіР	Фактичний виробіток машин у звітний період з урахуванням можливого її підвищення за рахунок вдосконалення умов виробництва робіт
Норми часу по ЄНіР на виконанні обсяги робіт, маш.-год	$H_B$	ЄНіР	–
Час корисної роботи машини за зміну, маш.-год	$t_{\text{п}}$	Режими роботи машин, фотографія робочого дня	–
Робота машини протягом року, год	$T$	Режими роботи машин	Режими роботи машин



Обсяг фактично виконаних робіт, млн.грн.	$O_{\phi}$	–	Статистична звітність
Фактичний робочий час однієї середньоспівкової машини, год/рік	$T_p$	–	Статистична звітність

Номенклатура потрібних машин повинна відповідати об'єктам їх використання і прийматися в залежності від технічних можливостей та галузей ефективного застосування машин наявного парку, а також тих, що надходять із заводів-виготовлювачів масових засобів механізації.

Викладений вище порядок отримання вихідних даних дозволяє визначати середньорічну потребу в будівельних машинах прямим розрахунком.

Для укрупнених розрахунків, коли отримання абсолютних величин вихідних даних (табл. 1.2) є складним або неможливим, може бути використаний метод, при якому за основу приймаються готівковий парк машин, наявний у великому будівельно-монтажному підприємстві, і обсяг робіт, виконаний цим парком. Розподілом наявного парку машин на фактично виконаний обсяг робіт отримують умовний базовий норматив потреби в машинах на 1 млн. грн., потім до цього нормативу вводяться поправочні коефіцієнти зміни обсягів робіт, структури способів механізації, виробітку машин в аналізованому періоді в порівнянні з базовим роком. Шляхом множення отриманої потреби в машинах на обсяг будівельно-монтажних робіт, що підлягають виконанню у поточному періоді, встановлюють укрупнену потребу в основній будівельній техніці на цей період. При зміні складу парку за рахунок поповнення його новими машинами точність розрахунків не може бути досягнута. У цьому випадку потреба визначається за даними табл. 1.3.

Встановлена прямим рахунком для рівня ПБО, ТЗ і оцінена за допомогою укрупнених вихідних даних, потреба в машинах може бути виражена у вигляді показників потреби, обчислених на 1 млн. грн. будівельно-монтажних робіт по галузях будівництва.

Загальна потреба в будівельних машинах, що утворюють парк техніки, визначається помноженням нормативу на обсяг робіт і подальшим підсумовуванням потреб в окремих типах машин для виконання кожного виду робіт у всіх підгалузях будівництва.

Працемісткість розрахунків потреби в машинах може бути скорочена, коли заздалегідь відомі питома вага обсягів робіт, виконаних даними машинами,  $Y_i$ -річний виробіток машин у фізичних обсягах на одиницю головного параметра. У цьому випадку потреба в машинах визначається на прийнятій одиницю обсягу робіт  $V_j$ -в натуральних вимірниках

Потреба будівельно-монтажних підприємств у засобах малої механізації (ручних та будівельно-оздоблювальних машинах, вібраторах, пристроях і устаткуванні для будівельних майданчиків) визначають на підставі норм ДБН Г.1-5-96.

Обсяг закупівлі засобів механізації в машинний парк будівельно-монтажних підприємств встановлюють як різницю між потребою машин для виконання обсягу робіт на розрахунковий період і наявністю їх в парку на початок планованого періоду з урахуванням списання застарілих машин і рівномірності закупівлі техніки.

Визначення обсягу закупівлі основних засобів механізації за формулою, наведеною в цій таблиці, може вестися за умови зростання обсягу робіт і необхідності поповнення парку машин. Якщо обсяг робіт у розрахунковому році знижується або зберігається на

рівні фактичного виконання, розрахунок закупівлі машин повинен забезпечити зберігання потреби в оновленні парку і підраховується за формулою  $\Pi = (H - N) + H_c$ . Коли наявність машин  $H_c$  перевищує потребу в них  $N$ , а різниця  $H - N$  перевищує величину потреби для заміни зношених  $H_c$ , виключається необхідність у розрахунку закупівлі і зменшення зношених машин не відшкодовується.

Потреба в будівельних машинах і засобах малої механізації і необхідний обсяг їх закупівлі становлять машинооснащеність будівництва. У вдосконаленні механізації будівництва поряд з машинооснащеністю необхідно мати оптимальну структуру парку машин будівельно-монтажних підприємств. Задача визначення оптимальної структури парку будівельних машин полягає в тому, що при її рішенні повинні бути враховані особливості роботи будівельно-монтажних підприємств та експлуатаційні можливості входящих в парк засобів механізації, а також знайдені такі співвідношення типорозмірів і умов роботи машин, при яких приведені витрати на одиницю продукції по парку в цілому були б по можливості мінімальними.

**Таблиця 1.4. Розрахунок обсягу закупівлі засобів механізації в машинний парк будівельно-монтажних організацій**

Формула для розрахунку закупівлі машин	Розшифровка	Джерела отримання вихідних даних
$\Pi = (N - H)K_p + H_c$	$\Pi$ – кількість машин, яка повинна бути закуплена в планований період, шт / рік	Розрахунок
$K_p = 365\Pi / (\Pi'D' + \Pi''D'')$	$N$ – загальна потреба в машинах для виконання обсягу робіт на розрахунковий період, шт / рік	Розрахунок
$K_p^n = 1 + 1/t$	$H$ – наявність машин на початок розрахункового року, шт. $K_p$ – коефіцієнт рівномірності закупівлі машин протягом року ( $K_p^n$ на перспективу $t$ років) $H_c$ – кількість машин, необхідних для заміни зношених, застарілих і неефективних машин, шт / рік $\Pi', \Pi''$ – кількість машин, які надійшли в різні періоди року, шт / рік $D', D''$ – кількість календарних днів перебування в будівельно-монтажній організації машин, що надійшли в різні терміни, дн / рік	Дані бухгалтерського обліку Договірні строки закупівлі машин Норми амортизаційний відрахувань. Дані про область ефективного застосування машин Договірні строки закупівлі машин  Графіки отримання та введення машин в експлуатацію

**Оптимальна структура машинного парку** – набір будівельної техніки, відповідний обсягам та структурі виконуваних і запланованих робіт, виробничим умовам експлуатації машин, що забезпечує виконання запланованого обсягу робіт у встановлені терміни, необхідної якості і з найменшими витратами.

У результаті визначення оптимальної структури машинного парку можна здійснити ряд заключних заходів щодо його вдосконалення: перевірити, які машини з наявного парку залишаються в експлуатації на планований період; обґрунтувати склад типорозмірів зразків нових машин, якими необхідно поповнити парк будівельної техніки з урахуванням реальних можливостей по поставці; з урахуванням балансування обсягів випуску і постачання машин заводами-виробниками позбутися від зношеної, застарі-



лої та малоефективної техніки, що опинилася поза межами оптимальної структури парку.

Подальше вдосконалення машинного парку будівельно-монтажних організацій в умовах ринкових методів господарювання буде відбуватися шляхом заміни адміністративної регламентації розподілу будівельної техніки економічно виправданими рішеннями самих будівельно-монтажних організацій про величину і структуру парку.

Успішно проведена робота щодо вдосконалення машинного парку, реалізація заходів щодо збільшення виробітку засобів механізації забезпечують інтенсивне використання всього парку, виконання обсягів будівельно-монтажних робіт без збільшення парку машин.

Зі збільшенням обсягу робіт на об'єктах розширюються області ефективного застосування машин, що доставляються до місця експлуатації на трейлерах, підкатних візках, що готуються до роботи шляхом попереднього монтажу окремих складових частин і складальних одиниць. Об'єкти, значно віддалені один від одного і від експлуатаційної бази з невеликими обсягами робіт, входять в галузі ефективного застосування мобільних пневмоколісних машин.

Для отримання найбільшої економії від наявних в будівельно-монтажному підприємстві комплектів машин необхідно їх розподіл по споруджуваних об'єктах і робочих місцях проводити відповідно до заздалегідь встановленими областями ефективного застосування.

### **1.5. Вибір комплектів машин**

Комплект машин представляє собою сукупність узгоджено працюючих і взаємно ув'язаних за технологічними параметрами засобів механізації, необхідних для виконання технологічно пов'язаних операцій, процесів та видів робіт. Складні комплекти машин, у свою чергу, складаються з декількох, що входять до них більш простих комплектів, призначених для виконання окремих операцій і процесів.

До складу формованих комплектів входять ведучі, допоміжні та резервні машини. Ведучі машини виконують основні технологічні взаємопов'язані технологічні процеси в необхідному обсязі, у встановлені терміни та із заданою інтенсивністю. Допоміжні машини сприяють виконанню ведучими машинами обсягів робіт. Резервні машини перебувають в парку будівельно-монтажних підприємств і призначені для забезпечення стійкої й безперебійної роботи схеми комплексної механізації на об'єкті.

Ведучі машини в схемах комплексної механізації можуть працювати в потоці послідовно, паралельно і комбіновано. При послідовному варіанті непередбачена зупинка однієї машини викликає простій всього комплекту, продуктивність комплекту визначається мінімальною потужністю однієї з машин, тому ведуча машина повинна визначати загальну продуктивність комплекту і впливати на вибір типів і типорозмірів допоміжних засобів механізації.

У паралельній схемі комплексної механізації окремі машини комплекту працюють незалежно один від одного, продуктивність комплекту дорівнює сумі продуктивності окремих машин, у зв'язку з чим простій комплекту в цілому може бути лише у випадку зупинки всіх машин одночасно.

В обох варіантах допоміжні машини можуть утворювати послідовний і паралельний потоки, використовуватися безперервно і періодично.

При підборі складу комплектів машин необхідно дотримуватися умови про повне використання продуктивності ведучої і допоміжних машин у відповідності з їх областями ефективного застосування. Використання ведучих машин на допоміжних процесах недоцільно. Необхідно прагнути до того, щоб число машин у комплекті було мінімальним, тому в техніко-економічно обґрунтованих випадках доцільне застосування міжвидових універсальних машин, змінним обладнанням яких можна виконати ряд послідовно здійснюваних технологічних процесів.

Вибір складу комплектів машин проводиться стосовно до конкретних технологічних характеристик реальних об'єктів, що враховує конструктивно-планувальні рішення будівель, обсяги і терміни виконання робіт, найбільш раціональну технологію виробництва окремих видів будівельно-монтажних робіт.

При зведенні будинків і споруд з великими зосередженими обсягами однорідних робіт комплексну механізацію забезпечують застосуванням комплектів машин великої одиничної потужності і продуктивності.

Комплексну механізацію об'єктів індустріально-мобільного будівництва, а також дрібних розосереджених багаторазово повторюваних однорідних об'єктів доцільно здійснювати комплектами машин, що складаються з міжвидових та спеціалізованих машин, що володіють високою мобільністю.

При будівництві лінійно-протяжних споруд використовують комплекти зі спеціалізованих машин високої продуктивності.

У залежності від сукупності технологічних характеристик об'єктів комплект машин може мати різний склад ведучих і допоміжних засобів механізації. Однак, враховуючи наявність типових проектів будинків і споруд та можливість забезпечення однорідних умов виконання робіт, можна за типовими технологічними картами вибрати типові склади комплектів машин.

Вибір складу комплектів машин здійснюється в три етапи. На першому етапі в залежності від технологічної характеристики будівельного процесу (стосовно виду робіт, об'ємно-планувальному модулю споруджуваного будинку чи споруди) і технології робіт визначають схему комплексної механізації, основні параметри провідних машин, ряд їх типорозмірів (табл. 1.5), а також типаж технологічно необхідних допоміжних машин.

**Таблиця 1.5. Рекомендовані типорозміри машин для земляних робіт**

Місячний об'єм земляних робіт, тис.м <sup>3</sup>	Місткість ковша, м <sup>3</sup>		Вантажопідйомність однокішшевого навантажувача, т
	Однокішшевого екскаватора	Скрепера	
До 10	0,15-0,3	4,5-6	-
10-20	0,45-0,65	6-7	2-3
20-30	0,8-1	7-8	3-6
30-60	1-1,25	8-10	6-10
60-100	1,5-2,5	10-15	10-15
100-150	2,5-3,5	15-25	15-25
Більше 150	3,5-4	25-30	25-40

З отриманого ряду типорозмірів намічають декілька можливих варіантів типів ведучих машин і відповідних їм допоміжних засобів механізації.

На другому етапі з числа відібраних варіантів проводиться визначення оптимального складу комплекту машин на підставі порівняльної техніко-економічної оцінки по



областях ефективного застосування. Для спрощення і прискорення розрахунків при підборі оптимального складу комплекту машин використовують економікоматематичні моделі і програми, реалізовані за допомогою ЕОМ.

На третьому етапі з єдиної номенклатури засобів малої механізації, що застосовуються в будівництві (СНіП 5.02.02-86), формуються технологічні (нормо-) комплекти оснащення бригад будівельного майданчика. Ув'язані між собою за основними параметрами та продуктивністю засоби малої механізації утворюють технологічний комплект, виходячи з необхідності виконання з його допомогою членами бригади всіх зустрічних операцій і процесів за окремими видами робіт. Такий комплект розрахований на певний чисельно-кваліфікаційний склад бригади, що виконує на будівельному майданчику операції і процеси відповідно за прогресивною технологією і досконалою організацією праці, передбаченими в технологічних картах та картах трудових процесів.

Результати вибору комплектів машин та засобів малої механізації, використовують для розробки схем комплексної механізації, складання проектів виконання робіт, визначення областей ефективного застосування та формування системи будівельних машин.

### **1.6. Загальні вимоги до машин, машинних комплектів і структури парків машин**

Загальні вимоги до машин, машинних комплектів і структури парків машин випливають з необхідності забезпечення високої ефективності їх використання в будівництві, тобто отримання найбільшої продуктивності при найменших витратах. До початку 1990-х рр., коли парки будівельних машин управлінь механізації комплектувалися переважно на основі державного розподілу будівельної техніки, основним критерієм для оцінки зазначеної ефективності служили питомі приведені витрати. Останнім часом вітчизняний ринок будівельних машин поповнився машинами зарубіжних виробників, разом з якими до нас імпортувалися нові тенденції у взаєминах постачальників зі споживачами. Ринкова конкуренція змусила зарубіжних постачальників будівельної техніки разом з машинами продавати серію послуг, включаючи передпродажну підготовку, постачання запасними частинами і гарантійне технічне обслуговування. У цих умовах колишній показник – питомі приведені витрати виявився недостатнім для оцінки ефективності використання машин у будівельному виробництві. Методи оцінки пропонованих товарів і послуг відносяться до компетенції менеджменту.

Вимоги, що пред'являються до підбору комплектів машин впливають з визначення поняття комплексної механізації. Вирішення цього питання безпосередньо пов'язано зі структурою парку машин. Чим ширше номенклатура типорозмірів основних видів машин, з яких можуть створюватися комплекти, тим ефективніше можуть вирішуватися завдання комплексної механізації. У той же час розширення типорозмірних рядів цих машин веде до зменшення серійності їх виробництва і відповідно до збільшення їх вартості. Раціональний набір типорозмірів машин, що випускаються визначають методами оптимізації.

Найважливішими вимогами, що пред'являються до будівельних машин, є вимоги забезпечення сприятливих умов роботи машиністів та обслуговуючого персоналу. Ці вимоги визначають зміст соціальної пристосованості машин, основою якої є їх експлуатаційні, ергономічні, естетичні та екологічні властивості.

До експлуатаційних властивостей, що сприяють запобіганню аварійних ситуацій, відносять: динамічні і гальмівні якості; стійкість проти перекидання і **заметів**; оглядовість; забезпеченість сигналізацією та приладами для попередження можливих критичних ситуацій, а також для взаємодії з іншими учасниками спорудження об'єкта; надійність елементів, руйнування яких може призвести до аварії; забезпеченість автоматичними пристроями безпеки та блокування.

**Ергономічні властивості машини** полягають у відповідності її конструкції гігієнічним умовам життєдіяльності та працездатності людини, її **антропометричним**, фізіологічним і психофізичним вимогам, нормованими діючими стандартами.

**Антропометричні вимоги** передбачають положення тіла машиніста в кабіні, що є близьким до стану функціонального спокою при рівномірному розподілі його ваги за площею опорних поверхонь. При цьому підвищується точність і швидкість його моторних дій, забезпечується можливість тривалої не переривчастої роботи без значного стомлення.

**Фізіологічні вимоги** зводяться до забезпечення оптимальних умов на робочому місці машиніста (температури, вологості, швидкості обдування повітрям і його хімічного складу, рівням шуму і вібрації). Цими вимогами забезпечується необхідний рівень працездатності та уваги машиніста, підтримка високого рівня продуктивності машини. Згідно чинним стандартам температура в кабіні машиніста повинна знаходитися в межах 16...25°C, вологість – 40...60%, швидкість повітря – 0...0,5 м/с, вміст CO не більше 20 мг/м<sup>3</sup>, а SiO<sub>2</sub> – не більше 10 мг/м<sup>3</sup>, граничний рівень шуму на місці машиніста не повинен перевищувати 85 дБ.

### 1.7. Система машин для комплексної механізації будівництва

Сучасне будівельне виробництво характеризується різноманіттям технологічних процесів і засобів механізації, що використовуються для їх виконання. Кількість **сторінок у будівельний комплекс** основних видів загальнобудівельних та спеціальних робіт становить кілька десятків. До складу цих робіт включаються технологічні процеси, характер і структура яких змінюються в залежності від виду споруджуваних будинків (споруд), обсягу робіт, регіональних умов і т.п., Тільки по загальнобудівельним роботам номенклатура технологічних процесів включає більше 4 тис. операцій. Для їх виконання використовується понад 900 типорозмірів засобів механізації (машин, транспортних засобів, ручних машин), а з урахуванням використання одного і того ж типорозміру номенклатура використовуваних засобів механізації наближається до 2000.

Визначення необхідних параметрів машин, вибір і формування комплектів машин, визначення раціональної (оптимальної) структури парків машин, а також кращих технічних рішень, що забезпечують перспективний розвиток засобів механізації, представляють складні техніко-економічні завдання.

Вирішення цих завдань повинно здійснюватися на такому рівні, щоб виключити або звести до мінімуму випадкові, малоефективні рішення, здатні істотно знизити показники ефективності будівельного виробництва. Все це обумовлює принципово новий, системний підхід до вирішення питань механізації будівництва.

Формою такого підходу є створення систем машин для комплексної механізації технологічних операцій і процесів у будівництві.



**Система машин в будівництві** – це змінюєма в часі оптимальна сукупність засобів механізації, зібраних в певній технологічній послідовності для виконання будівельно-монтажних робіт індустріальними методами. Система машин заснована на взаємопов'язаних технологічних комплектах засобів механізації, номенклатурі та парку машин, що забезпечують виконання операцій і виробничих процесів на об'єктах. Система машин змінюється регулярно по мірі змін, що відбуваються в проектно-технологічних рішеннях будівельних об'єктів, в умовах розвитку будівельної техніки і т.д.

Систему машин розробляють для промислового, житлового, культурно-побутового, енергетичного, транспортного будівництва та будівництва магістральних трубопроводів, а також реконструкції промислових підприємств. Вона охоплює такі види будівельних робіт: земляні та буровибухові, пальові, бетонні та сталобетонні роботи, монтаж будівельних конструкцій і технологічного обладнання, влаштування підлоги, покрівельні, оздоблювальні, вантажно-розвантажувальні і транспортні роботи, улаштування основи і покриттів автомобільних доріг, будівництво залізниць, прокладання магістральних трубопроводів.

Система машин включає перелік технологічних операцій і технологічних комплексів засобів механізації окремих видів будівельно-монтажних робіт, номенклатуру що знаходиться у виробництві будівельної техніки, дані про необхідність її модернізації та заміни новими моделями, основні техніко-експлуатаційні характеристики машин на кожній технологічній операції.

Система машин для будівництва є динамічною системою, що змінюється залежно від низки факторів будівельного виробництва до числа яких належать: зміна об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель і споруд; зміна властивостей будівельних матеріалів і поява нових їх видів; зміна фізичних обсягів та характеру будівельно-монтажних робіт; розвиток і вдосконалення технології будівельних робіт, поява нових технологій; зміну територіально-кліматичного розміщення об'єктів, що будуються та інших регіональних умов будівництва; розвиток і вдосконалення конструктивних рішень засобів механізації, поява засобів механізації, заснованих на нових принципах дії.

В основу системи машин покладені такі загальні напрями вдосконалення і розвитку технології і механізації будівництва: розвиток технологічних процесів, побудованих на індустріальній основі і відповідають принципам комплексно-механізованого виробництва робіт; застосування технологічних процесів, що прискорюють виробничий цикл, що забезпечують швидкісне будівництво; створення технологічних процесів і засобів механізації, необхідних для індустріально-мобільного будівництва; завершення комплексної механізації окремих видів будівельних робіт, перехід до комплексної механізації зведення об'єктів у цілому, використання найбільш ефективних способів механізації; технічне переозброєння парку машин в будівництві на основі застосування найбільш прогресивних видів будівельної техніки.

У системі машин використовують засоби механізації, які серійно випускаються; машини, ще перебувають у стадії освоєння; нові машини, створення яких для перспективних будівельних об'єктів, технологічно необхідно, технічно реально і економічно доцільно. Машини застарілих конструкцій, зняті з виробництва або з минулим термі-

ном служби, наявні в парках будівельних організацій, до системи машин не включають як технологічно необґрунтовані, а значить і непотрібні.

Технологічні комплекти машин складають на основі схем комплексної механізації в залежності від технологічних характеристик будівельних процесів і типорозмірів відповідних їм прогресивних, існуючих або нових (відсутніх) засобів механізації. Технологічну характеристику представляють у вигляді сукупності ознак (параметрів), що характеризують в процесі даного виду робіт конструктивні елементи з урахуванням умов виробництва робіт, однозначно визначають на основі технологічних обмежень або техніко-економічних оцінок тип і типорозмір машин, за допомогою яких вони можуть бути виконані.

Кожен вид будівельно-монтажних робіт може бути оцінений певною сукупністю технологічних характеристик, що утворюють єдину технологічну основу для всіх підгалузей будівництва та будівельного комплексу.

Технологічні характеристики складаються для базового рівня і двох наступних горизонтів.

Технологічні характеристики складають з урахуванням найбільш прогресивних технологічних схем і засобів механізації будівельних процесів, які застосовуються в даний час.

Технологічні характеристики виявляють, орієнтуючись на механізацію основних будівельно-монтажних робіт. На сучасному рівні прогресу технології будівництва та розвитку будівельної техніки роботи вважаються комплексно-механізованими, якщо за допомогою машин виконуються наступні, вхідні в них процеси:

- земляні роботи – розпушування, відривання, навантаження на транспорт, транспортування, вивантаження; зачистка і планування ґрунту, ущільнення; спорудження приямків; безтраншейна прокладка комунікацій; виконання земляних споруд методом "стіна в ґрунті" і т.п.;
- приготування бетонної суміші і розчину – вивантаження їх на складах, внутрішньоскладські переміщення, подача в вантажні пристрої (бункери), дозування, завантаження бетонозмішувачів і розчинозмішувачів, перемішування матеріалів, подача їх в транспортні засоби;
- бетонні та сталобетонні роботи – транспортування бетонної суміші, бетонних блоків, елементів опалубки і арматури від місця їх виготовлення до бетонованої споруди (конструкції) і в її межах; установка (монтаж) елементів опалубки і арматури; подача, укладання, розподіл і ущільнення бетонної суміші;
- монтаж конструкцій та комплексно-блочних пристроїв – завантаження їх на транспорт і доставка їх до місця монтажу; вивантаження; укрупнена зборка; установка і монтаж з досягненням необхідної точності;
- штукатурні роботи – транспортування розчину; переробка його на будмайданчику; подання до робочого місця, нанесення, розрівнювання і затирання;
- малярні роботи – доопрацювання шпаклювальних і фарбувальних складів на будмайданчику; подання на робоче місце і нанесення на поверхні, що фарбуються;
- вантажно-розвантажувальні роботи – навантаження конструкцій і матеріалів; транспортування їх; контейнеризація і пакетування на базі комплектації; вивантаження (включаючи проміжні перевантаження); внутрішньоскладські переміщення вантажів; підйом і подача їх до робочого місця.



Поряд з технологічними характеристиками, що включають типи і типорозміри машин, виявляють процеси та операції, які виконуються, як правило, вручну або малоефективними засобами механізації і для них створення нових засобів механізації представляється недоцільним. Такі процеси та операції повинні ліквідуватися або за рахунок змін конструктивних рішень будівель і споруд (підвищення заводської готовності виробів, їх укрупнення, вдосконалення з'єднань елементів і т.п.), або за рахунок зміни технології будівельного виробництва, а також шляхом перенесення ручних операцій з будівельного майданчика в заводські умови.

При розробці технологічних комплексів засобів механізації в системі машин, призначених для реконструкції, враховуються такі її особливості: у зонах робіт діє технологічне обладнання, яке необхідно захистити від технологічних процесів будівництва; відповідно підвищуються вимоги до охорони праці та навколишнього середовища; на деяких виробництвах враховується можливість пожеж і вибухів; обмежується перевезення великогабаритних і довгомірних вантажів; можливе тимчасове припинення будівельних робіт у зв'язку із здійсненням технологічних процесів на діючому підприємстві, частіше, ніж при новому будівництві, застосовуються закриті способи прокладання комунікацій; обмежується застосування великогабаритних будівельних машин всередині приміщень, тобто використовуються засоби малої механізації; обмежуються або взагалі виключаються підривання, забивання та віброзанурення паль, ущільнення ґрунту трамбуючими плитами, зварювання та ін; виконуються великі роботи з розбирання будівель, демонтажу, підсиленню і заміні конструкцій.

Робота машин всередині цехів не повинна погіршувати повітряне середовище, тому машини, як правило, повинні мати електричний привід. Щоб зберегти в цехах покриття доріг, майданчиків, підлоги, рекомендується використовувати пневмоколісні машини. При реконструкції потрібно застосовувати переважно мобільні та маневрені засоби механізації, швидко перекладаємі із транспортного в робочий стан, що вимагають мінімального часу на розбирання, складання і заміну робочого обладнання, а також універсальні машини з відносно невеликою масою і габаритами, з телескопічним робочим обладнанням. Найбільш ефективні в умовах реконструкції однокішшеві гідравлічні екскаватори, обладнані гідромолотами, важільно-кліщовими захватами, призначеними для руйнування конструкцій (включаючи сталобетонні та металеві); крани на короткобазовому шасі з телескопічними стрілами; однокішшеві універсальні пневмоколісні навантажувачі; малогабаритні землерийно-транспортні машини; пневмопробійники; мотовізки; вишки з електро- та гідроприводом; гідравлічний механізований інструмент.

Практика реконструкції показує, що індивідуальність рішень, особливості проведення робіт і невеликий їх обсяг вимагають формування комплексу машин з великої номенклатури засобів механізації.

Цілі і завдання будівництва об'єктів в особливих регіональних умовах також висувають додаткові вимоги до технологічних комплексів при формуванні системи машин.

Виконання будівельно-монтажних робіт відповідними машинами виявляє технологічні комплекти машин, що забезпечують комплексну механізацію будівництва. Однак для цього можна використовувати кілька варіантів комплектів машин з різними ведучими або допоміжними машинами.



Вибір комплектів машин для системи машин здійснюється у два етапи. На першому етапі вибираються комплекти машин з технологічної точки зору. У залежності від технологічної характеристики будівельного процесу (виду і обсягу робіт, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень об'єкта або його частини, технологічної структури процесу) і технології виробництва робіт визначаються технічні параметри основних машин, їх типи і типорозміри, а також склад технологічно необхідних допоміжних машин, їх типи і типорозміри. У результаті виявляється кілька варіантів комплектів техніки з відповідними типами і типорозмірами провідних і допоміжних машин. На першому етапі можна використовувати і типорозмірні комплекти машин, що містяться в технологічних картах, схемах комплексної механізації, проектах виробництва робіт, матеріалах атестації технологій. На другому етапі з кількох технологічно прийнятих варіантів комплектів машин вибирають оптимальний на основі порівняльної техніко-економічної оцінки з урахуванням областей ефективного застосування техніки.

Для техніко-економічної оцінки використовується система показників – основних і додаткових. До основних показників відносяться собівартість і працемісткість одиниці продукції, одержуваної в результаті механізованого процесу, тривалість виконання робіт, термін окупності капіталовкладень на придбання машин; до додаткових – питомі показники витрати енергоресурсів і умовної витрати металу на одиницю продуктивності комплекту машин. Необхідно виключити варіанти, що викликають підвищені витрати енергії на будмайданчику. Якщо застосування будь-якого варіанту комплектів машин впливає на обсяги або структуру робіт, витрати матеріалів та інші показники, це необхідно враховувати.

У ряді випадків варіанти комплектів машин відрізняються собівартістю одиниці продукції і капітальними витратами. Один з них може мати меншу собівартість, але вимагає великих капітальних витрат, інший – навпаки. У цьому випадку основним економічним критерієм вибору оптимального варіанту комплекту машин служить показник приведених витрат. Якщо за одним з варіантів приведені витрати виявляються мінімальними, а працемісткість робіт велика, то вибирають комплект залежно від конкретних умов будівництва (стислі терміни, брак робочої сили та ін.). Перевага віддається варіанту з кращим показником працемісткості, хоча він і поступається іншим варіантам за приведеними витратами. Якщо вибрані комплекти машин відрізняються тільки основними машинами, а допоміжні машини однакові, то техніко-економічні розрахунки проводяться тільки за основними машинами. При різних типах (типорозмірах) основних і допоміжних машин розрахунки виробляються по всьому комплекту. Для спрощення і прискорення розрахунків доцільно використовувати відповідні економіко-математичні моделі і програми, реалізовані за допомогою ЕОМ. Економічна ефективність обраного комплекту машин визначається різницею приведених витрат по еталонному і прийнятому варіанту. За еталонний варіант зазвичай приймають найбільш широко застосовуваний для даного випадку спосіб механізації (комплект машин).

Таким чином встановлюють типорозміри комплектів машин, які за технічними можливостями і показниками ефективності найбільш відповідають технології індустріальних будівельних процесів. Ряди цієї прогресивної техніки включаються в систему машин і використовуються для складання зведеної номенклатури будівельної техніки. У зведену номенклатуру входять машини, установки та устаткування загальнобудів-



льного та спеціального призначення, автотранспортні засоби і засоби забезпечення технічної експлуатації будівельних машин, що серійно виготовляються або розробляються і рекомендовані до розробки та освоєння будівельними чи машинобудівними підприємствами. Засоби механізації і автотранспорту групуються за технологічними і конструктивними ознаками і типорозмірної градації. Для кожного типорозміру наведені головний і основні параметри, модель (якщо їй присвоєно індекс), тип базової машини або ходового пристрою, стан виробництва (виготовляється, розробляється, замінюється на нову), міністерство (відомство) – виготовлювач.

При освоєнні нових машин з встановленого ряду типорозмірів отримують рішення про розширення виробництва машини і мобільні машин на пневмоколісному ході, універсальні машини багатоцільового призначення, машин для технологічних процесів, що виконуються вручну, а також значний розвиток для номенклатури машин – опоряджувальних робіт, монолітного житлового будівництва і інших видів ефективних машин.

Серед землерийних машин випереджаючий розвиток повинні отримати землерийно-транспортні машини і машини безперервної дії, у тому числі самохідні великовантажні скрепери з ковшами місткістю 15 і 25 м, бульдозери на тракторах класу тяги 15 т і більше, роторні багатоковшеві екскаватори.

У групі екскаваторів настає випереджувальне виробництво екскаваторів з ковшами місткістю 1-2,5 м і машин з гідравлічним приводом.

Багато заходів спрямовано на істотну зміну структури виробництва будівельних кранів шляхом освоєння і впровадження самохідних стрілових кранів на спеціальних шасі автомобільного типу вантажопідйомністю 25 – 100 т, збільшення частки пневмоколісних і гусеничних кранів вантажопідйомністю 40 т і більше.

У групі баштових кранів перевагу віддано випуску кранів вантажопідйомністю 10 т і більше.

З метою розвитку не кранового способу укладання бетонної суміші передбачається освоєння і впровадження гідравлічних бетононасосів (на автомобільному ході, причіпних і стаціонарних), а також бетоноукладачів.

Удосконалення парку однокішових універсальних навантажувачів має йти за рахунок машин великої вантажопідйомності (4-10 т і більше).

Повинно отримати прискорення освоєння рейкових вантажопасажирських підйомників і вантажних підйомників з великою висотою підйому.

У групі опоряджувальних машин основну увагу звернено на комплектну поставку засобів механізації у вигляді ефективних типів штукатурних і малярських станцій, машин і устаткування для індустріальних методів опорядження. Передбачено комплект машин для механізації робіт при влаштуванні рулонних і мастикових покриттів.

З урахуванням регіональних умов будівництва пред'являються підвищені вимоги до інтенсифікації освоєння ряду типорозмірів машин (екскаваторів, кранів, бульдозерів та ін.) в північному і південному виконаннях.

У частині засобів автомобільного транспорту на перше місце висунуто питання розширення номенклатури та збільшення частки спеціалізованих автотранспортних засобів (панелевози, фермовози, автоцементовози, саморозвантажні маніпулятори).

Значний розвиток намічено по групі ручних машин з електричним і гідравлічним приводом.

Впровадження системи машин дозволяє вирішувати в будівельному комплексі наступні завдання:

- завершення комплексної механізації всіх основних будівельних робіт; широке впровадження механізації на допоміжних роботах, забезпечення поступового переходу від комплексної механізації окремих видів робіт до комплексної механізації зведення об'єктів у цілому і цілих видів будівництва;
- впровадження в практику будівництва прогресивних технологій, що базуються на індустріальних методах і сучасних високопродуктивних машинах;
- механізацію процесів, виконуваних вручну;
- вдосконалення структури парку машин у будівництві з метою максимального наближення її до вимог будівельного виробництва;
- забезпечення стійкої роботи підрозділів механізації будівельно-монтажних підприємств у нових умовах господарювання.

### 1.8. Продуктивність будівельної машини

Продуктивність є найважливішою вихідною характеристикою будівельної машини. Її визначають кількістю продукції, виробленої машиною в одиницю часу.

Підвищення ефективності будівельного виробництва забезпечується подальшим витісненням ручних процесів, підвищенням продуктивності засобів механізації й удосконалення технологічних процесів, пов'язаних із новими машинами та з організацією робіт, що забезпечує найкраще використання цих машин.

При наявності у процесі ведучої машини, яка визначає темп роботи комплексу (наприклад, екскаватор у комплексі "Екскаватор – транспорт – укладання – ущільнення"), ув'язка машин комплексу повинна забезпечити найвищу за даних умов продуктивність ведучої машини.

Високому рівню виробничих процесів має відповідати також висока за рівнем і постійно вдосконалювана організація різних управлінських робіт (оперативніше керування виробництвом, планування, диспетчеризація, облік тощо). Основним техніко-економічним показником є продуктивність машини.

**Продуктивністю машин** називається кількість продукції, виражена у відповідних одиницях виміру, який машина виробляє чи може виробляти за одиницю часу (годину, зміну, рік) в визначених експлуатаційних умовах. Розрізняють три категорії продуктивності машини: конструктивну, технічну та експлуатаційну.

Конструктивну розрахункову продуктивність визначають на стадії проведення науково-дослідних робіт та ескізного проектування машини для попередньої оцінки прийнятого конструктивного виконання. При розрахунку конструктивної продуктивності враховують, в основному, технічні можливості, закладені в конструкцію машини: параметри робочих органів, потужність силової установки, швидкість руху робочих органів, показники мобільності. Умови роботи машиніста приймають постійними і враховують зручність конструкції машини для її технічного обслуговування і ремонту, можливі технологічні і організаційні перерви в роботі машини. Під розрахунковою (теоретичною, конструктивною) продуктивністю  $P_{\text{теор}}$  розуміють продуктивність за 1 рік безперервної роботи при розрахункових швидкостях робочих рухів, розрахункових навантаженнях на робочому органі і розрахункових умовах роботи.



<b>Передмова .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Основні відомості і визначення технології і механізації будівельного виробництва. структура і склад машинного парку .....</b>	<b>7</b>
1.1. Види будівельної продукції. Склад робіт і способи їх виконання .....	7
1.2. Основні види будівельно-монтажних робіт, їх механізація і основні показники оцінки їх рівня .....	8
1.3. Комплексна механізація та автоматизація будівництва .....	11
1.4. Удосконалення структури парку машин для роботи в ринкових умовах .....	16
1.5. Вибір комплектів машин .....	21
1.6. Загальні вимоги до машин, машинних комплектів і структури парків машин .....	23
1.7. Система машин для комплексної механізації будівництва .....	24
1.8. Продуктивність будівельної машини .....	30
1.9. Оцінка використання парку будівельних машин .....	34
<b>Глава 2. Параметричні ряди, типи та індекси машин. уніфікація, стандартизація і класифікація будівельних машин .....</b>	<b>37</b>
2.1. Параметричні ряди, типи та індекси машин .....	37
2.2. Уніфікація та стандартизація будівельних машин .....	38
2.3. Класифікація будівельних машин .....	40
<b>Глава 3. Трансмісії і системи управління будівельних машин .....</b>	<b>50</b>
3.1. Загальні відомості про трансмісії .....	50
3.2. Фрикційні передачі .....	53
3.3. Пасові передачі .....	54
3.4. зубчаті передачі .....	56
3.5. Черв'ячні передачі .....	58
3.6. Ланцюгові передачі .....	59
3.7. Вали і осі .....	61
3.8. Підшипники .....	64
3.9. Муфти .....	67
3.10. Гальма .....	71
3.11. Редуктори .....	72
3.12. Системи керування будівельних машин .....	73
<b>Глава 4. Будівельна техніка: основні поняття, структурна побудова машин, приводи, силове устаткування та ходове обладнання .....</b>	<b>80</b>
4.1. Основні поняття та визначення з будівельної техніки .....	80
4.2. Структурна побудова будівельної машини .....	82
4.3. Загальні відомості про приводи будівельних машин .....	84
4.4. Двигуни внутрішнього згоряння .....	86

4.5. Електричний привод .....	87
4.6. Гідравлічні приводи .....	89
4.7. Пневматичний привод .....	97
<b>Глава 5. Ходове обладнання будівельних машин .....</b>	<b>100</b>
5.1. Види ходового обладнання та їх характеристики .....	100
5.2. Гусеничне ходове обладнання .....	102
5.3. Пневмоколісне ходове обладнання .....	104
5.4. Крокуючий, рейкокрокуючий та рейкоколісний хід .....	107
5.5. Тягові розрахунки .....	108
<b>Глава 6. Автоматизація керування агрегатами і робочими органами будівельних машин .....</b>	<b>112</b>
6.1. Загальні відомості про системи автоматичного керування та їх призначення .....	112
6.2. Принципи створення систем автоматики управління роботою робочих органів машин .....	117
6.3. Технічні засоби програмного керування технологічними параметрами будівельних машин .....	119
6.4. Датчики систем автоматики .....	122
6.5. Підсилювальні і переключаючі пристрої .....	137
6.6. Виконавчі елементи систем автоматики .....	145
6.7. Лічильно-обчислювальні пристрої .....	149
<b>Глава 7. Машини та обладнання для підготовчих і допоміжних будівельних робіт .....</b>	<b>151</b>
7.1. Загальні відомості .....	151
7.2. Машини для очищення території від дерев та кущів .....	152
7.3. Машини для улаштування водовідвідних каналів і траншей .....	155
7.4. Розпушувачі для попереднього розпушування ґрунтів .....	157
7.5. Обладнання систем водозниження .....	165
7.6. Машини і обладнання для розробки мерзлих ґрунтів .....	167
<b>Глава 8. Землерийно-транспортні та землерийні машини .....</b>	<b>171</b>
8.1. Загальні відомості .....	171
8.2. Землерийно-транспортні машини .....	172
8.3. Землерийні машини .....	180
8.4. Розробка ґрунтів гідромоніторами та земснарядами .....	192
8.5. Гідромонітори .....	194
8.6. Землесосні снаряди .....	199
8.7. Ґрунтові насоси .....	203
<b>Глава 9. Машини для будівництва доріг, газопроводів та ліній зв'язку .....</b>	<b>207</b>
9.1. Загальні відомості .....	207
9.2. Машини та обладнання для ущільнення ґрунтів .....	208



9.3. Причіпні котки статичної дії .....	210
9.4. Напівпричіпні, самохідні і комбіновані котки .....	212
9.5. Грунтоуцільнюючі машини й устаткування динамічної дії .....	214
9.6. Машини та обладнання для улаштування асфальтобетонних та бетонних покриттів дороги .....	219
9.7. Машини для будівництва газопроводів .....	225
9.8. Машини для прокладання ліній зв'язку .....	228
<b>Глава 10. Засоби механізації бурових робіт .....</b>	<b>233</b>
10.1. Загальні відомості .....	233
10.2. Верстати і інструменти обертального, ударного, вібраційного, термічного і гідравлічного способів буріння .....	234
10.3. Машина та обладнання для утворення горизонтальних свердловин в настипах автомобільних і залізних доріг .....	246
<b>Глава 11. Машини і устаткування для улаштування фундаментів .....</b>	<b>250</b>
11.1. Загальні відомості .....	250
11.2. Палезаглиблювальні машини .....	251
11.3. Молоти для забивання паль .....	252
11.4. Віброзанурювачі і вібромолоти .....	256
11.5. Копрові установки .....	259
<b>Глава 12. Машини і обладнання для дроблення, сортування і промивки кам'яних матеріалів .....</b>	<b>265</b>
12.1. Загальні відомості .....	265
12.2. Класифікація дробильних машин .....	266
12.3. Щоківі (щелепні) дробарки .....	268
12.4. Конусні обертальні дробарки .....	270
12.5. Валкові дробарки .....	273
12.6. Молоткові дробарки .....	274
12.7. Роторні дробарки .....	275
12.8. Млини .....	276
12.9. Машини для розділення (сортування) подрібнених матеріалів на фракції .....	277
12.10. Ексцентриковий грохот .....	279
12.11. Гідравлічні класифікатори і мийні машини .....	280
12.12. Каменерізальні машини .....	281
<b>Глава 13. Транспортуючі машини та обладнання .....</b>	<b>284</b>
13.1. Загальні відомості .....	284
13.2. Стрічкові і пластинчаті конвеєри, ескалатори .....	284
13.3. Роликові транспортери .....	289
13.4. Ковшеві конвеєри .....	290
13.5. Скребкові транспортери та волочки .....	291
13.6. Ківшеві транспортери .....	293
13.7. Гвинтові та вібраційні конвеєри .....	296

13.8. Установки для пневматичного транспортування матеріалів .....	298
13.9. Бункери, затвори, живильники .....	300
<b>Глава 14. Машини для бетонних і сталебетонних робіт .....</b>	<b>304</b>
14.1. Загальні відомості .....	304
14.2. Машини для приготування бетонних сумішей і розчинів .....	306
14.3. Машини для транспортування бетонних сумішей і розчинів .....	314
14.4. Машини та устаткування для укладання й розподілу бетонної суміші .....	319
14.5. Устаткування для ущільнення бетонної суміші .....	324
14.6. Засоби механізації арматурних робіт .....	330
<b>Глава 15. Вантажно-розвантажувальні машини .....</b>	<b>337</b>
15.1. Загальні відомості .....	337
15.2. Навантажувачі .....	338
15.3. Розвантажувачі та конвеєри .....	340
15.4. Машини для перевантаження штучних вантажів .....	341
15.5. Навантажувальні машини для сипучих вантажів .....	343
<b>Глава 16. Домкрати, лебідки, талі, монорейки та монтажні балки .....</b>	<b>348</b>
16.1. Загальна характеристика .....	348
16.2. Домкрати .....	349
16.3. Лебідки .....	352
16.4. Талі .....	355
16.5. Типові елементи канатних підйомних механізмів .....	357
16.6. Пристрої для стропування і підйому вантажів .....	359
16.7. Монтажні балки і монорейки .....	364
16.8. Засоби підмошування .....	366
<b>Глава 17. Будівельні підйомники і крани .....</b>	<b>369</b>
17.1. Загальні відомості .....	369
17.2. Підйомники .....	377
17.3. Спеціальні монтажні вантажопідйомні механізми .....	380
17.4. Вантажозахватні пристосування кранів .....	382
17.5. Баштові крани .....	384
17.6. Самохідні стрілові крани .....	392
17.7. Крани пролітного типу .....	404
17.8. Автоматизація вантажопідйомних машин .....	409
17.9. Стійкість стрілових кранів .....	411
17.10. Пристрої безпеки .....	413
17.11. Технічний огляд кранів, основні положення техніки безпеки при їх експлуатації .....	417
<b>Глава 18. Базові транспортуючі машини .....</b>	<b>420</b>
18.1. Загальна характеристика .....	420
18.2. Вантажні автомобілі, автопоїзди та спеціалізовані транспортні засоби .....	424



18.3. Трактори .....	435
18.4. Пневмоколісні тягачі .....	437
<b>Глава 19. Машини для покрівельних і гідроізоляційних робіт .....</b>	<b>440</b>
19.1. Загальні відомості .....	440
19.2. Машини для підготування основи .....	441
19.3. Машини для транспортування й нанесення гарячих бітумних мастик .....	443
19.4. Машини для очищення, перемотування й укладання рулонних матеріалів .....	449
19.5. Машини для влаштування мастикових покриттів .....	452
19.6. Машини для подавання утеплювача на покрівлю .....	456
19.7. Машини для гідроізоляції конструкцій і комунікацій .....	457
<b>Глава 20. Засоби механізації для опоряджувальних робіт .....</b>	<b>459</b>
20.1. Загальні відомості .....	459
20.2. Машини для склярських робіт .....	460
20.3. Машини для різання й розкроювання скла, склопрофіліту й виконання інших заготівельних робіт .....	461
20.4. Засоби механізації процесу транспортування скла .....	467
20.5. Засоби механізації процесу скління .....	471
20.6. Машини для штукатурних робіт .....	476
20.7. Машини для облицювальних робіт .....	492
20.8. Машини для малярних і шпалерних робіт .....	497
20.9. Машини для приготування фарбувальних сумішей .....	498
20.10. Машини для підготування поверхонь під фарбування .....	506
20.11. Машини та обладнання для нанесення фарбувальних сумішей .....	509
20.12. Засоби механізації шпалерних робіт .....	519
20.13. Машини для опоряджувально-монтажних робіт .....	522
<b>Глава 21. Машини для влаштування підлоги .....</b>	<b>528</b>
21.1. Загальні відомості .....	528
21.2. Машини для влаштування й опорядкування дощатої і паркетної підлоги .....	529
21.3. Машини для влаштування підлоги із рулонних матеріалів .....	537
21.4. Машини для влаштування підлоги із плиткових матеріалів .....	539
21.5. Машини для влаштування бетонних і мозаїчних підлог .....	540
21.6. Машини для загладжування, затирання й шліфування бетонних, мозаїчних підлог і стяжок .....	545
<b>Глава 22. Універсальний механізований інструмент (ручні машини) .....</b>	<b>549</b>
22.1. Загальні відомості .....	549
22.2. Свердлильні ручні машини .....	552
22.3. Ручні машини для шліфування, різання та розпилювання матеріалів .....	554
22.4. Ручні машини для кріплення деталей і складання конструкцій .....	559
22.5. Ручні машини для руйнування та ущільнення ґрунтів .....	561
22.6. Джерела енергії та приводи .....	565

22.7. Перспективні напрямки розвитку універсального механізованого інструменту .....	569
<b>Глава 23. Експлуатація, технічне обслуговування й ремонт будівельних машин .....</b>	<b>571</b>
23.1. Загальні відомості .....	571
23.2. Шляхи розвитку і підвищення якості будівельних машин і устаткування .....	577
<b>Глава 24. Розвиток будівельної техніки .....</b>	<b>579</b>
<b>Список використаної літератури.....</b>	<b>604</b>