

УДК 621.878

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.42.4>**Чебанов Т.Л.**

к.т.н., доцент,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID ID: 0000-0002-8814-971X

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА БУДІВЕЛЬНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ МАШИН**

**Анотація.** *Сучасний стан розвитку будівельного виробництва, його ефективність, визначається рівнем механізації будівельних процесів, використанням раціональних машин та механізмів.*

*Традиційний парк машин для будівництва характеризується спеціалізованими машинами. Це, як правило, потужні машини з високими параметрами та конструктивними і технологічними можливостями. І використовуються як ведучі машини комплексно-механізованих процесів. Їх область використання є невеликою, обмеженою декількома процесами та операціями. При цьому, є достатньою і відзначається високою ефективністю.*

*Наприклад, машини для монтажних і бетонних робіт, виконання опорядження тощо.*

*Для виконання земляних робіт, влаштування елементів «нульового циклу», а також в дорожньому будівництві, привиконанні елементів благоустрою, виконанню робіт по ліквідації аварій та стихійного лиха широко використовуються спеціалізовані машини. Разом з тим, для таких робіт є можливість розширення їх технологічних можливостей шляхом доопрацювання їх конструкції, створення додаткових робочих органів і систем.*

*Ця тема є також актуальною в теперішній час, при підготовці до виконання робіт по відновленню постраждалих під час війни об'єктів промисловості та житлового сектору*

*Науково-дослідні, конструкторські роботи по розробці та вдосконаленню будівельних та дорожніх машин в Україні виконані в ДП НДІБВ, на відповідних учбових кафедрах університетів та академій в Києві, Харкові, Дніпрі, Полтаві, Рівному тощо. Досліджувались процеси взаємодії робочих органів з масивом ґрунту, енергетичні та технологічні особливості роботи різних землерийних та землерийно-транспортних машин. Розроблено велику кількість конструкцій змінних робочих органів, захищених авторськими свідоцтвами та патентами*

**Ключові слова:** *будівельні машини; спеціалізовані машини; універсальні машини; базові машини; змінні робочі органи.*

**Вступ.** Прогрес будь-якої технології, в тому числі будівельної, безпосередньо забезпечується вдосконаленням її технічної складової – машин, обладнання, інструменту тощо.

Цей прогрес обмежується потенціалом базових для даної технології технічних засобів, часто вузько-спеціалізованих. Дослідженнями та розробкою будівельних та дорожніх машин займалися багатьох вчених, конструкторів, практиків. В першу чергу спеціалізованих машин, здатних ефективно виконувати декілька робочих процесів та операцій. При значному дефіциті засобів механізації ( базовими для багатьох будівельних машин тривалий час були сільськогосподарські трактори), високому рівні ручної праці створення таких машин та впровадження їх в будівельне виробництво було ваговим результатом.

В такій ситуації розробка та вдосконалення універсальних машин з комплектом змінних робочих органів потребувала створення нових об'єктивних соціальних та виробничих реалій, розвитку відповідних потужностей.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Аналіз виконаних досліджень в даному напрямі будівельної науки і практики розглядається в основній частині роботи.

**Постановка завдання, основна частина.** Перші відомі обґрунтовані пропозиції щодо розробки універсальних машин і змінних робочих органів в будівництві наведено в роботах професора М. Г. Домбровського стосовно екскаваторів [1].

Екскаватори будівельного типу можуть бути забезпечені різним робочим обладнанням: прямою і зворотною лопатами, грейфером, краном, стругом, засипачем, драглайном,

скребком, корчувачем, копром тощо. Область застосування універсальних екскаваторів виходить далеко за межі земляних робіт і перетворює їх на машини.

Обладнання пряма та зворотна лопати, драглайн і кран вважається основним. Екскаватори, що випускаються з основними видами обладнання, може працювати і з іншим обладнанням (універсальні екскаватори), екскаватори з обладнанням лопати і драглайна можуть працювати з обладнанням грейфера і крана (напівуніверсальні екскаватори).

"На підставі проведених конструктивних розрахунків було запропоновано залежно від властивостей (категорії) ґрунту застосувати змінні ковші різної місткості, що знайшло широке використання на екскаваторах будівельного та кар'єрного типів заводського виготовлення, наприклад Новокраматорський завод.

Однією з перших робіт, присвячених дослідженню універсальних машин, є виконана в Харкові робота В. Н. Стогова [2], в якій були досліджені процеси механізованого навантаження масових насипних вантажів одноковшовими напірними навантажувачами. Через значні переваги цих машин перед іншими навантажувачами рекомендується їх широке використання в народному господарстві, і в тому числі на транспорті. Досліджено процес зачерпування сипучого вантажу ковшем напірного навантажувача з визначенням відповідних залежностей.

У роботі наводиться метод техніко-економічного порівняння різних способів навантаження вантажів на транспортні засоби, а також рекомендуються універсальні одноковшові напірні навантажувачі для різних вантажів. При заміні ковша вилковим підхватом вони можуть працювати з штучними вантажами різноманітної форми (ящики, колоди тощо) не тільки при їх перевезенні та навантаженні, але і при укладанні у високі штабелі.

У роботі В.І. Аляб'єва [3], присвяченій основам теорії оптимізації параметрів лісових вантажно-розвантажувальних машин, досліджено закономірності розподілу навантаження щелепних навантажувачів при навантаженні на лісовозний транспорт, досліджено залежності тривалістю циклу навантаження від різних чинників. В ра нагрудні аналітичні вирази зон дії фронтальних, перекидних та поворотних навантажувачів через розмірно-кінематичні параметри виконавчих орга-

нів цих машин. Складено математичні моделі оптимізації розмірно-кінематичних параметрів поворотних навантажувачів методом статистичних випробувань.

Професор В. І. Баловнєв в бувшому МАДІ створив наукову школу про будівельні та дорожні машини на базі концепції фізичного моделювання робочих процесів виконання земляних робіт [4]. У їх роботах підкреслюється, що облік умов експлуатації щодо основних параметрів і режимів роботи будівельних і дорожніх машин на етапі проектування є важливим фактором підвищення якості машин і ефективності їх застосування. Для землерийно-транспортних машин умови експлуатації характеризуються в основному групою (категорією) та станом ґрунту, видами та обсягами робіт, дальністю переміщення ґрунту, рельєфом місцевості та іншими факторами, які значною мірою визначають параметри машин.

Ґрунтуючись на такому підході, для бульдозерів і одноковшових навантажувачів розробили моделюючі алгоритми визначення основних параметрів машин з урахуванням умов експлуатації.

Представниками цієї наукової школи також виконані значні роботи з оцінки ефективності та визначення параметрів багатоцільових машин для земляних робіт. На підставі аналізу НДР, ДКР та досвіду експлуатації запропоновано варіанти базових багатоцільових машин для земляних робіт малих об'ємів та в обмежених умовах [5].

Відзначається, що для визначення параметрів базових машин з обладнанням для виконання земляних робіт оптимізацію проводять на різних стадіях підготовки, матеріально-технічного забезпечення та виконання будівельних робіт. При цьому рекомендується розглядати, з одного боку, завдання аналізу, тобто оцінку існуючих машин і, з іншого боку, задачу синтезу, тобто визначення оптимальної конструкції та оптимальних параметрів окремої машини за яким-небудь критерієм з урахуванням накладених обмежень, наприклад, умов експлуатації.

Аналізом існуючих технологій виконання будівельних робіт малих об'єктів і в обмежених умовах також виявлено, що, насамперед, потрібно підвищити рівень механізації таких робіт, як підчистка, планування дна траншей, розподіл і планування мас зворотних засипок, відкопування наявних споруд, що вико-

нуються вручну і частково механізованих, як злам старих споруд, розчищення території будівництва, влаштування виїмок, рекультивация землі.

ЦНДІОМТП здійснювало загальну координацію розвитку механізації будівництва. Було здійснено, зокрема, науково-технічне обґрунтування необхідності створення універсальних будівельних машин для механізації малооб'ємних розосереджених робіт, з узагальнення досвіду їх конструювання, застосування та пропаганди цього важливого напрямку в розвитку будівництва [6]. Зокрема, за характером конструктивного зв'язку змінного робочого обладнання з базовою машиною рекомендовано розрізняти такі класи робочого обладнання: знімне навісне, що встановлюється тим чи іншим способом безпосередньо на рамі базової машини та вимагає іноді деякого дообладнання її рами; напівнавісне, яке зазвичай пов'язане з базовою машиною за допомогою сидельного пристрою та спирається на останнє; причіпне, що з'єднується з базовим звичайним гаким пристроєм. При цьому навісне обладнання, що знімається, може бути багато- і одноопераційним.

Традиційними видами напівнавісного та причіпного обладнання є скрепери, грейдери, грейдери-елеватори, ґрунто-ущільнюючі пристрої, розпушувачі тощо.

До багатоопераційного змінного навісного обладнання відноситься, в основному, вантажне та екскаваторне. При цьому виявлено, що основними напрямками універсалізації машин в залежності від прийнятих баз є: використання спеціалізованих машин шляхом створення для них додаткових видів змінного навісного обладнання; розробка різних видів навісного обладнання для колісних та гусеничних тракторів загального сільськогосподарського та промислового призначення; створення різних видів навісного, напівнавісного та причіпного обладнання для шасі та тягачів спеціального призначення. При цьому найбільший інтерес представляють гідравлічні: неповноповоротні екскаватори-бульдозери та екскаватори-навантажувачі на базі колісних та гусеничних тракторів.

Науково-дослідний інститут будівельних та дорожніх машин (ВНДІбуддормаш), як головний інститут відповідного міністерства створив значну кількість дослідних зразків універсальних машин, в тому числі і універсальних [6].

Найбільш поширеними типами універсальних будівельних машин на базі тракторів є екскаватори-навантажувачі та, дещо меншою мірою, екскаватори-бульдозери, номенклатура змінних робочих органів у яких значно менше, ніж у екскаваторів-навантажувачів.

Встановлено, що екскаватори-навантажувачі за допомогою навантажувального обладнання можуть виконувати не тільки вантажно-розвантажувальні, а й транспортні операції в межах будівельного майданчика, зберігаючи при цьому можливість виконання планувальних робіт за допомогою ковша або оульдозерного відвалу, що встановлюється на стрілу навантажувач замість ковша.

НДІБВ проведена робота з узагальнення досвіду створення та сфери застосування змінного навісного обладнання та змінних робочих органів на пневмоколісних та гусеничних тракторах загального, сільськогосподарського та промислового призначення для механізації розосереджених малооб'ємних робіт. Розроблено методика вибору області ефективного застосування змінних робочих органів універсальних будівельних машин і надано конкретні рекомендації щодо раціонального використання.

В роботі [7] розглянуті питання прогнозування потреби у змінному устаткуванні для багатофункціональних будівельних машин. Після огляду приведена методика визначення області застосування змінного робочого обладнання багатофункціональної будівельної машини, що базується на розрахунку приведених витрат, балансової вартості машини та вартості її перебазування. Потім, на підставі експертної оцінки провідних фахівців ряду інститутів і будівельних організацій, було складено прогноз потреби в змінних видах робочого обладнання та робочих органів до гідравлічних однокішневих екскаваторів і фронтальних пневмоколісних і гусеничних навантажувачів, а також для бульдозерів.

У висновках огляду йдеться про те, що у світовій практиці тривалий час простежується тенденція розширення номенклатури та обсягів випуску змінного робочого обладнання та робочих органів до багатофункціональних будівельних машин, що дозволить підвищити продуктивність машин, рівень механізації робіт, знижує їх вартість і скорочує терміни виконання робіт у будівництві.

Зокрема, зазначається, що для підвищення ефективності використання змінного робочого обладнання доцільно створювати спеціалізовані ділянки, які б виконували роботи, пов'язані з орендою, експлуатацією та ремонтом цього обладнання.

В Україні роботи по дослідженню будівельних машин та механізмів та їх робочих органів тривалий час виконуються на відповідних кафедрах будівельних університетів та академій.

Розробці робочих органів землерийних машин присвячені численні праці професора Л. А. Хмари та учнів його наукової школи з ПДАБА. У роботі [9] запропоновано метод формування конструктивних і технічних рішень на етапі пошуку та проектування нових робочих органів інтенсифікуючої дії. Реалізація розробленого методу дозволила встановити основні напрями розвитку вдосконалення конструкцій традиційного принципу дії з метою одержання економії енергетичних, матеріальних та трудових ресурсів. Зокрема, методами фізичного та комбінованого моделювання та на підставі виробничого експерименту встановлено механізм протікання процесу, що забезпечує зниження силових та енергетичних витрат при розробці ґрунтів двоножовим робочим обладнанням з траєкторно-послідовним розміщенням ріжучих елементів та оснащеними інтенсифікаторами комбінованого типу. Розроблені автором рішення по інтенсифікації роботи машин для земляних робіт різного типу (скреперів, бульдозерів, екскаваторів) дозволили зменшити матеріаломісткість машин та енергоємність виконання робіт на відповідно 12,7% та 21%.

Значні розробки здійснено по модернізації будівельних і дорожніх машин [11], а також створенню робочих органів будівельних машин в вигляді автоматичних та напів-автоматичних маніпуляторів [12].

На першому етапі створення нових машин та їх робочих органів об'єкт досліджень поділяється на ряд елементів. При цьому конструктор користується набором традиційних елементів. Нові рішення формуються у два етапи. У першому випадку нова структура формується із традиційних елементів без їх зміни. Скажімо, розглядається вдосконалення та модифікація кожного елемента за деякої їх сукупності і тільки потім формування їх у вигляді колишньої традиційної структури.

Вищий рівень отримання нового рішення передбачає формування нової структури об'єкта з нових модифікованих елементів.

При розгляді за даною методикою робочого процесу технології земляних робіт, як системного об'єкту, а робочого обладнання, як підсистеми робочого процесу землерийної машини, було отримано ряд важливих наукових і практичних результатів, у тому числі велику кількість оригінальних конструктивно-технологічних рішень.

Досягненню такого результату сприяло використання потужного математичного апарату опису цільової функції робочого процесу виконавчого органу землерийної машини, що включає частини ніж-відвал та ковш. При цьому, зроблено висновок про те, що робочий орган, призначений для виконання тільки однієї функції, для підвищення ефективності взаємодії з середовищем може складатися з набору елементів різних розмірів, форми та призначення.

Так, робочий орган ковшового типу, відповідно до структури математичної моделі, розчленовується на основні елементи: лобова поверхня ріжучого та розпушувального елемента; лезо з затупленням; бічні грані ріжучого елемента; днище; задня стінка (відвал); бічні стінки ковша (відкривки відвалу) та заслінка.

В подальших роботах, виконаних під керівництвом проф. Л. А. Хмари, були розглянуті основні шляхи підвищення продуктивності та ефективності розробки ґрунтів, представлений передовий досвід експлуатації землерийних машин у будівництві. Зокрема, розглянуто питання застосування робочого обладнання багатоцільового призначення маніпуляторного типу, виконаного на базі одноковшових гідравлічних екскаваторів, бульдозерів, розпушувачів [13].

Результатом співпраці ПДАБА та КНУБА стало розробки по модернізації будівельних машин [10] з метою підвищення їх продуктивності та покращення техніко-економічних показників у ринкових умовах. Розглянуто причини мотивації модернізації будівельних машин при надмірності та недостатності основної функції. Наведено методологію оцінки ефективності капіталовкладень на базі функціонально-вартісного аналізу.

Запропоноване багатоцільове маніпуляторне обладнання у вигляді двопальцевого захвату з комплектом швидкозмінних робочих

органів, які можуть застосовуватися у поєднанні з гідравлічним екскаватором та трактором [11]. Будівельні маніпулятори являють собою важільні системи, що складаються зі стріли, рукояті і гідроциліндрів управління, а на кінці змонтований двопальцевий важільний закат, до якого кріпляться робочі органи різного призначення. При цьому є широка можливість маніпулювання робочим органом у вертикальній та горизонтальній площинах з однієї стоянки базової машини.

Кожен виконавчий робочий орган має універсальний приєднувальний оголовок, виконаний таким чином, що двопальцевим захватом можна швидко взяти черговий робочий орган із комплекту (тривалість заміни робочих органів складає 40...50 с).

Ефективність робочого обладнання багатопільового призначення маніпуляторного типу з двопальцевим захватом особливо зростає при виконанні малих розосереджених обсягів робіт та наявності на борту базової машини комплекту швидкозмінних робочих органів.

Істотною особливістю будівельних маніпуляторів є те, що вони можуть бути використані на базі малогабаритних землерійно-транспортних машин. При цьому найчастіше застосовуються такі робочі органи: екскаваторне обладнання, вантажний ківш, ківш з гідрокерованою щелепою, гідромолот, бурове обладнання тощо.

В роботі [14] розглядаються найбільш поширені типи машин для земляних робіт. Зроблено висновок, що одним із напрямків підвищення їх конкурентної здатності є використання додаткових робочих органів, зокрема начіпне устаткування скрепера. Розроблено наукові основи створення технологічних машин.

В місті Харкові, свого часу, було створено оригінальне обладнання, – один із перших в світі дослідницький канал для вивчення взаємодії робочого органу машини з ґрунтом. В роботі [15] відзначається, що випуск сучасних конкурентно-спроможних землерійно-транспортних машин передбачає їх здатність до використання різного робочого обладнання. Розроблено математичний апарат моделювання шарнірно-з'єднаних пневмоколісних машин та виконано аналітичні дослідження на базі їх узагальненої математичної моделі.

В КНУБА тривалий час виконуються роботи по аналогічним напрямкам.

В роботі [16], присвяченій 60-річчю кафедри будівельних машин ім. Ю.О. Ветрова КНУБА універсальні можливості машин та обладнання розглядаються на прикладі механізованого інструменту – ручних машин. Розроблено класифікацію та цифрову індексацію ручних машин. Одним із напрямів розвитку будівельної техніки також названо універсальні машини та механізми.

Оригінальні будівельні машини розглянуто в роботі [17], – техніка для аварійно-рятувальних робіт. На базі класифікації завалів розглядаються екскаватори з різним традиційним навісним обладнанням, а також з спеціальним обладнанням для таких умов, – оригінальний поворотний бур, боковий відвал тощо. Для локалізації осередків пожеж та аварій розроблено навісне додаткове обладнання для тракторів та екскаваторів.

В. С. Бочаров досліджував проблему створення основ теорії робочих процесів будівельно-дорожніх машин та їх взаємодії з різними породами, в т.ч. бітумними породами, а також створення машин, механізмів та обладнання для розробки та транспортування зазначених порід [18]. Останні, як правило, розробляються неспеціалізованими машинами, що призводить до значних витрат трудових та енергетичних ресурсів, оскільки при температурі понад  $+5^{\circ}$ .  $10^{\circ}$  С роботи виконуються на малих швидкостях за високого ступеня перевантаження силового агрегату. При цьому порода налипає на робочі органи, продуктивність знижується в 1,5...2 рази.

Встановивши закономірності процесу деформації робочими органами гетерогенних середовищ з твердою фазою при їх розробці, запропоновано засоби механізації удосконалювати шляхом зниження частки енергоємних взаємодій.

В роботі [19] при розгляді методології створення будівельних та дорожніх машин також є місце для універсальних машин.

Найбільшого розвитку універсальні машини отримали за кордоном. Фірми Caterpillar (США), Komatsu (Японія) та інші пропонують у складі поставки машин для земляних робіт різне додаткове робоче обладнання. Для землерійно-транспортних машин (скрепери, бульдозери, навантажувачі) це пасивні робочі органи, – в основному, модифікації ковшів та відвалів. А для одноківшевих екскаваторів також активні робочі органи, –

наприклад гідравлічні молоти, двощелепний ковш, ямобур, тощо [20].

Найбільш широку пропозицію по змінним робочим органам надала компанія Volvo (Фінляндія). Зокрема, для параметричного ряду одноківшевих фронтальних навантажувачів пропонується до 80 (вісімдесят) різновидів змінного обладнання [21].

Успішне впровадження на будівельний ринок малогабаритних навантажувачів з бортовим поворотом типу Bobcat стало можливим завдяки наявності в комплекті поставки різних робочих органів [22]. По номенклатурі та призначенню вони практично відповідають традиційним будівельним машинам та робочим органам. Різниця в розмірах.

Крім розвитку та вдосконалення конструкцій та параметрів змінних робочих органів, за кордоном відбувається впровадження оригінальних рішень по базовим машинам та механізмам. Компанія Маніту випускає

одноківшевий навантажувач з фронтальною телескопічною стрілою, що здатне обертатись на 360 градусів. При цьому, поворотна платформа машини також здатна обертатись та 360 градусів. Набор змінного обладнання є традиційним [23].

**Висновки 1.** Розробка та впровадження універсальних машин найбільш розвинуто в країнах Заходу та в США. Фірми-виготовлювачі пропонують різноманітне робоче обладнання та змінні робочі органи практично для виконання всіх робіт. Значне місце займають сучасні малогабаритні машини та механізми із змінними робочими органами. Останні розробки стосуються вдосконаленню базових машин в частині їх основного обладнання.

2. Науковцями ряду підприємств та вузів України розглянуто особливості експлуатації універсальних машин, створено значна кількість робочих органів для механізації будівництва.

### Література

1. Домбровский Н. Г. Эскаваторы (общие вопросы конструкции, проектирования и расчета). – М. : Машиностроение, 1969. – 326 с.
2. Стогов В. Н. Исследование процессов механизированной погрузки массовых насыпных грузов передвижными погрузчиками: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук по спец. 05.05.04 Строительные и дорожные машины. – Харьков, ХИСИ, 1947. – 45 с.
3. Алябьев В. И. Основы теории оптимизации параметров лесных погрузочно-разгрузочных машин: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук по спец. 03.04.04 Машины для лесопереработки – М., МИЛС, 1973. – 46с.
4. Баловнев В. И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожно-строительных машин. – М. : Машиностроение, 1974. – 232 с.
5. Штейметцгер Р. Анализ, оценка эффективности и определение параметров многоцелевых машин для земляных работ малых объемов в заданных условиях эксплуатации: Автореф. дис.... канд. техн. наук по спец. 05.05.04 Строительные и дорожные машины – М., МАДИ, 1981. – 18с.
6. Фохт Л. Г. Машины и оборудование для погрузочно-разгрузочных работ. – М.:Стройиздат, 1982. -- 240 с.
7. Недорезов И. А. Перспективы развития рабочих органов землеройных машин /Транспортное строительство. – 1990, № 8. С. 39-41.
8. Родионов Г. В., Резуник А. В., Чернов Ю. М. Механизация рассредоточенных работ в строительстве. -К. : Будівельник, 1976. –184 с.
9. Хмара Л. А. Научные основы формирования многокомпонентных рабочих органов землеройных машин: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук, по спец. 05.05.04- Строительные и дорожные машины. – Днепропетровск, 1983. – 49 с.
10. Хмара Л. А., Колесник Н. П., Станевский В. П. Модернизация и повышение производительности строительных машин. – К. : Будівельник, 1992. – 152 с.
11. Основы модернізації будівельних машин / І. І. Назаренко, Л.А. Хмара [і ін.]. К.: Леся, 2003. 164 с.
12. Хмара Л. А. Роботизація будівельних процесів / Л. А. Хмара, І. А. Соколов, Є. П. Уваров. Луганськ: Глобус, 2002. 408 с.
13. Хмара, Л. А. Будівельні маніпулятори та роботи: методичні вказівки / Л. А. Хмара. Дніпропетровськ: ДІБІ, 1993. 385 с.
14. Блохін В. С., Маліч М. Г. Основні параметри технологічних машин. Машина для земляних робіт. К.: Вища школа, 2006. 407 с.
15. Кириченко Л.Г., Назаров Л.В., Нічке В.В. Наукові основи створення високоефективних землерійно-транспортних машин/ – Харків: ХНАДУ, 2003. – 588 с.
16. Лівінський О.М., Курок О.І, Єсипенко А.Д. Пелевін Л.Є., Смірнов В.М., Воляннюк В.О. Будівельна техніка. – К.: МПІ Леся, 2013. 614 с.
17. Баладінський В.Л., Назаренко І.І., Онищенко О.Г. Будівельна техніка: Київ- Полтава : КНУБА – ПНТУ, 2002. -463с.
18. Бочаров Б. С. Основы теории рабочих процессов и создания машин и оборудования для разработки и использования битумосодержащих пород в строительстве: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – К. : КИСИ, 1988. – 45 с.
19. Гарнець В. М., Безух А. В. Методология створення машин: Навчальний посібник. К.: «Хай-Тек Прес», 2010. – 376 с
20. Каталог техніки CAT. URL: <https://zeppelin.ua/products/>
22. Будівельні машини VOLVO. URL: <https://voltech.com.ua/ru/product-category/catalog/volvo-narabotka/>
21. Техніка Bobcat. URL: <https://www.bobcat.com/cis/ru/equipment>
23. Універсальні машини Manitou. URL: <https://voltech.com.ua/product-category/katalog/manitou-uk/>

### References

1. Dombrovskij N. G. Ekskavatory (obshie voprosy konstrukcii, proektirovaniya i rascheta). – M. : Mashinostroenie, 1969. – 326 s.
2. Stogov V. N. Issledovanie processov mehanizirovannoj pogruzki massovyh nasypnyh gruzov peredvizhnymi pogruzchikami: Avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk po spec. 05.05.04 Stroitelnye i dorozhnye mashiny. – Harkov, HISI, 1947. – 45 s.
3. Alyabev V. I. Osnovy teorii optimizacii parametrov lesnyh pogruzochno-razgruzochnykh mashin: Avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk po spec. 03.04.04 Mashiny dlya lesopererabotki – M., MILS, 1973. – 46 s.
4. Balovnev V. I. Metody fizicheskogo modelirovaniya rabochih processov dorozhno-stroitelnykh mashin. – M. : Mashinostroenie, 1974. – 232 s.
5. Shtejmetcger R. Analiz, ocenka effektivnosti i opredelenie parametrov mnogocelevykh mashin dlya zemlyanykh rabot malyh obemov v zadannykh usloviyah ekspluatatsii: Avtoref. dis.... kand. tehn. nauk po spec. 05.05.04 Stroitelnye i dorozhnye mashiny – M., MADI, 1981. – 18 s.
6. Foht L. G. Mashiny i oborudovanie dlya pogruzochno-razgruzochnykh rabot. – M.: Strojizdat, 1982. – 240 s.
7. Rodionov G. V., Rezunik A. B., Chernov Yu. M. Mehanizatsiya rassredotochennykh rabot v stroitelstve. -K. : Budivelnik, 1976. – 184 s.
8. Nedorezov I. A. Perspektivy razvitiya rabochih organov zemlerojnykh mashin /Transp. str-vo. – 1990. – № 8. – С. 39- 41.
9. Hmara L. A. Nauchnye osnovy formirovaniya mnogokomponentnykh rabochih organov zemlerojnykh mashin: Avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk, spec. 05.05.04- Stroitelnye i dorozhnye mashiny. – Dnepropetrovsk, 1983. – 49 s.
10. Hmara L. A., Kolesnik N. P., Stanevskij V. P. Modernizatsiya i povyshenie proizvoditelnosti stroitelnykh mashin. – K. : Budivelnik, 1992. – 152 s.
11. Osnovi modernizatsiyi budivelnykh mashin / I. I. Nazarenko, L.A. Hmara [i in.]. – K.: Lesya, 2003. – 164 s.
12. Hmara L. A. Robotizatsiya budivelnykh procesiv / L. A. Hmara, I. A. Sokolov, Ye. P. Uvarov. – Lugansk: Globus, 2002. – 408 c.
13. Hmara, L. A. Budivelni manipulyatori ta roboti: metod. vказivki / L. A. Hmara. – Dnipropetrovsk: DIBI, 1993. – 385 s
14. Blohin V. S., Malich M. G. Osnovni parametri tehnologichnykh mashin. Mashini dlya zemlyanykh robit : Navch. posib. – K.: Visha shk., 2006. – 407 s.: il.
15. Kirichenko L.G., Nazarov L.V., Nichke V.V. Naukovi osnovi stvorenniya visokoefektivnykh zemlerijno-transportnykh mashin/ – Harkiv: HNADU, 2003. – 588 s.
16. Livinskij O.M., Kurok O.I., Yesipenko A.D. Pelevin L.Ye., Smirnov V.M., Volyanyuk B.O. Budivelna tehnika. Pidruchnik. – K.: MPI Lesya, 2013. – 614 s.
17. Baladinskij V.L., Nazarenko I.I., Onishenko O.G. Budivelna tehnika: Pidruchnik. – Kiyiv- Poltava : KNUBA – PNTU, 2002. – 463 s.
18. Bocharov B. S. Osnovy teorii rabochih processov i sozdanie mashin i oborudovaniya dlya razrabotki i ispolzovaniya bitumosoderzhashih porod v stroitelstve: Avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk. – K. : KISI, 1988. – 45 s.
19. Garneec V. M., Bezuh A. V. Metodologiya stvorenniya mashin: Navchalnij posibnik. K.: «Haj-Tek Pres», 2010. – 376 s
20. Katalog tehniki CAT. URL: <https://zeppelin.ua/products/>
21. Budivelni mashini VOLVO. URL: <https://voltech.com.ua/ru/product-category/catalog/volvo-narabotka/>
22. Tehnika Bobcat. URL: <https://www.bobcat.com/cis/ru/equipment>
23. Universalni mashini Manitou. URL: <https://voltech.com.ua/product-category/katalog/manitou-uk>

## RESEARCH AND DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION UNIVERSAL MACHINES

**Abstract.** *The current state of development of construction production, its efficiency, is determined by the level of mechanization of construction processes, the use of rational machines and mechanisms. The traditional fleet of machines for construction is characterized by specialized machines. These are, as a rule, powerful machines with high parameters and constructive and technological capabilities. And they are used as leading machines of complex mechanized processes. Their field of use is small, limited to several processes and operations. At the same time, is sufficient and is characterized by high efficiency.*

*For example, machines for assembly and concrete works, equipment execution, etc.*

*Specialized machines are widely used for earthworks, installation of elements of the "zero cycle", as well as in road construction, implementation of improvement elements, and works to eliminate accidents and natural disasters. At the same time, for such works, there is an opportunity to expand their technological capabilities by refining their design, creating additional working bodies and systems.*

*This topic is also relevant at the present time, when preparing for the implementation of works on the restoration of industrial and residential facilities damaged during the war*

*Scientific research and design works on the development and improvement of construction and road machines in Ukraine were carried out at the SE NDIBV, at the relevant educational departments of universities and academies in Kyiv, Kharkiv, Dnipro, Poltava, Rivne, etc. The processes of interaction of working bodies with the mass of soil, energy and technological features of the work of various*

*earthmoving and earthmoving and transport machines were studied. A large number of designs of variable working bodies, protected by copyrights and patents, have been developed*

***Key words: construction machines; specialized machines; universal machines; basic machines; variable working bodies.***

**Chebanov T.L.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv