

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НАВІСНИХ ГІДРОМОЛОТІВ ДЛЯ ЗОНДУВАННЯ ҐРУНТІВ

Вінницький національний технічний університет

*В статті обґрунтовано доцільність розробки та представлено нове обладнання для ударно-вібраційного зондування ґрунтів з гідравлічним приводом, яке підвищує продуктивність виконуваних робіт.*

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Головним завданням дослідників, які забезпечують проектувальників необхідними вихідними даними, – можливість швидкого впровадження у виробництво нових прогресивних методів дослідження ґрунтів, які забезпечують, з одного боку, високу якість отримуваної інформації про ґрунти, з іншого – досить високу продуктивність, яка скорочує час вишукувальних робіт. Отже стає очевидним, що головним фактором, який впливає на продуктивність виконуваних робіт, є час їх проведення. Увесь технічний прогрес зводиться до зменшення часу проведення тих чи інших операцій та зменшення загальних габаритних розмірів елементів механізмів та машин. Сучасний стан технічної сфери діяльності дозволяє використовувати принципово нові матеріали в механізмах, а також впроваджувати вдосконалені конструкції, які мають як менші розміри, так і покращені характеристики, зменшуючи технологічний час операцій.

Більшість установок для ударно-вібраційного зондування (УВЗ) ґрунтів сьогодення мають в своїй основі механічний дебалансний привід. Переваги гідравлічного приводу над механічним зумовлює його все частіше застосування в різних галузях машинобудування. Виходячи з цього, доцільною є розробка принципово нового обладнання з гідравлічним приводом для УВЗ ґрунтів.

Зважаючи на це, є доцільною та перспективною розробка нового та сучасного обладнання з гідравлічним приводом для УВЗ ґрунтів, що зможе підвищити продуктивність виконуваних робіт.

Метою роботи є підвищення продуктивності виконання зондування ґрунтів, шляхом розробки принципово нового обладнання.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Ключовим елементом проектно-кошторисної справи в будівництві є інженерно-геологічні вишукування. За останні роки в практику інженерно-геологічних вишукувань швидкими темпами впроваджуються польові методи досліджень фізико-механічних властивостей ґрунтів. До числа цих методів відносяться: статичне, динамічне та ударно-вібраційне зондування ґрунтів. До плюсів польових методів слід віднести більш високу достовірність вихідних відомостей про ґрунти, а в низці випадків меншу вартість і терміни проведення робіт. Польовий метод – найшвидший вид досліджень ґрунтів при інженерно-геологічних вишукуваннях в будівництві. Отже, завдання дослідників, які забезпечують проектувальників необхідними вихідними даними, – можливість швидкого впровадження у виробництво нових прогресивних методів досліджень ґрунтів, які забезпечують, з одного боку, високу якість отримуваної інформації про ґрунти, з іншого – досить високу продуктивність, яка скорочує час вишукувальних робіт. До числа таких методів слід віднести УВЗ ґрунтів [1].

Поява і розвиток УВЗ як нового методу дослідження ґрунтів було обумовлено розвитком і широким впровадженням у виробництво динамічного (ударного) зондування, а також розвитком ударно-вібраційного способу буріння інженерно-геологічних свердловин.

УВЗ дозволяє виявити ступінь однорідності досліджуваних ґрунтів; визначати положення кордонів (контактів) різних літологічних шарів і несучих шарів для пальової основи; виявляти і оконтурювати в плані і по глибині ослаблені зони на досліджуваних майданчиках для точної прив'язки місця проведення дослідних робіт; вибирати оптимальний варіант відбору монолітів; оцінювати фізичні і механічні властивості піщаних ґрунтів (щільність, кут внутрішнього тертя і т. д.); орієнтовно оцінювати модуль деформації піщаних ґрунтів [2].

Область застосування УВЗ обмежується піщаними і глинистими ґрунтами, що містять великоуламковий матеріал не більше 15 %. Глибина зондування таких ґрунтів становить 15–20 м. В якості основного показника зондування ґрунтів береться швидкість занурення зонда, м / с. За цим показником різними методами оцінюється ґрунт.

Відомі переваги гідроприводу визначили його широке застосування в різних галузях машинобудування. Одним із сформованих напрямків створення нової техніки, насамперед для машин з зворотно-поступальним рухом робочого органа, є розробка гідравлічних приводів з оригінальними схемами, що забезпечують нові технологічні процеси і поліпшують експлуатаційні показники порівняно з показниками існуючих механізмів [3–4].

Здійснення вібраційних і віброударних навантажених об'єктів обробки можливо багатьма способами. Широко відомі вібраційні і вібраційно-ударні машини з механічним, електричним, пневматичним, гідравлічним і комбінованими приводами. Для промислового застосування рекомендований гідравлічний привід, що забезпечує передачу енергії тиску рідини в будь-якому напрямку та простоту здійснення прямолінійних зворотно-поступальних переміщень виконавчої робочої ланки машини. Крім того, гідравлічний привід відрізняється компактністю і можливістю плавного регулювання основних робочих параметрів – швидкості, зусилля, переміщення, а також малою інерційністю і високою надійністю.

Провівши короткий огляд вібраційних і віброударних машин [5–7], що застосовуються в промисловості, можна зробити висновок, що найбільш широко поширеним видом механічного приводу є дебалансний привід. Він має значні переваги порівняно з ексцентриковими та кривошипними вібраційними і віброударними машинами, при необхідності забезпечення великих потужностей і розрахункових робочих зусиль. Проте вібраційні і віброударні машини з дебалансними приводами повинні мати надійну віброізоляцію (масивний фундамент), мають низьку експлуатаційну надійність елементів трансмісії і підшипникових вузлів, а також складні в регулюванні робочих параметрів під час технологічного процесу.

Гідравлічний і пневматичний приводи вібраційних і віброударних машин за принципом дії аналогічні, проте останній не використовують при необхідності створення значних потужностей і передачі великих зусиль через невиправдане збільшення габаритних розмірів приводу і машини в цілому. Зворотно-поступальне переміщення виконавчого робочого органа машини здійснюється при перемиканні звичайного реверсивного золотника будь-яким з відомих способів (шляхом переміщення робочого органа, під тиском, за допомогою сервопристроїв і т. п.). Найбільш поширеними видами комбінованого приводу вібраційних і віброударних машин є гідромеханічний і електрогідравлічний.

Застосування вібраційних і віброударних машин, робоча ланка яких здійснює силовий вплив на об'єкт обробки з великою миттєвою потужністю, що значно перевищує встановлену потужність машини, дає можливість інтенсифікувати низку технологічних процесів, здійснюваних, як правило, на машинах із зворотно-поступальним рухом робочої ланки, забезпечуючи періодичні високочастотні імпульсні навантаження. Найбільш раціональним, як показала практика, для машин подібного типу є гідравлічний привід, який має низку переваг, головні з яких – простота і надійність автоматичного повторювача робочих циклів.

Основні переваги УВЗ порівняно з динамічним полягає в його істотно більш високій продуктивності. Середня продуктивність УВЗ за зміну становить 40–50 м, максимальна продуктивність – 100–120 м; середня продуктивність динамічного зондування за зміну 20 м, максимальна – 30–40 м. [2]

Динамічне зондування застосовується з середини минулого століття. При цьому технологія виконання динамічного зондування в своїй основі залишається незмінною. Це збірно-розбірна установка на кожній ділянці зондування, занурювання штанги з висоти до 1 м шляхом підняття і скидання вантажу лебідкою, візуальні заміри кількості ударів і глибини забивання штанги. Але найголовніше, опір ґрунту визначається побічно за кількістю ударів у заставі. І справедливо, що визначена величина опору називається умовною. Після зондування необхідна серйозна камеральна обробка.

В цілому, характеризуючи існуючий спосіб динамічного зондування, можна відзначити, що він є досить трудомістким і розтягнутим у часі. В силу сказаного динамічне зондування в даний час застосовується рідко. Тому на практиці широко поширене статичне зондування. Цьому сприяє висока

технологічність статичного зондування. Але, разом з тим, статичне зондування містить низку істотних недоліків. Для стислості можна зупинитися на двох із них, які є найбільш сумісними: по-перше – великі розміри устаткування, по-друге – низька інформативність. В результаті статичного зондування визначається тільки лобовий опір зонда і зусилля тертя по бічній поверхні.

ТОВ «Експрестест», м.Новосибірськ, запропонувало нову технологію динамічного зондування. [8] Вперше для занурення штанги з зондом в ґрунт застосовується не система підйому і скидання вантажу за допомогою лебідки, а спеціальна гідродарна машина з регульованою енергією удару (рис. 1). В ГОСТ 19912-2012 для динамічного зондування в різних типах ґрунтів допускається застосовувати три типи обладнання з масою вантажу від 30 до 120 кг. В пропонованому обладнанні система регулювання енергії удару дозволяє виконувати зондування у всіх типах ґрунтів. Установка монтується на машині УАЗ 39094. Маса в спорядженому стані близько 3 тонн. Установка повністю механізована і автоматизована.



Рисунок 1 – Установка для динамічного зондування

Згідно з існуючою технологією динамічного зондування на виконання одного удару по штанзі з зондом шляхом підняття і скидання вантажу лебідкою необхідно близько 3-х секунд. За запропонованою технологією для цього потрібно не більше однієї секунди. Розроблена технологія створена на сучасній технічній основі.

В результаті досягнуто повно механізацію процесу зондування. У кілька разів підвищено продуктивність проти існуючих технологій. Забезпечено отримання якісно нових результатів. При цьому вартість обладнання в кілька разів нижче застосовуваних зараз аналогів. Все це дозволяє стверджувати за висновком фахівців (Інститут обчислювальної математики РАН), що пропонована технологія є технологією нового покоління.

Зважаючи на переваги УВЗ над динамічним зондуванням та перспективність використання в основі установки гідравлічного приводу, нами було розроблено схему навісного гідромолота з гідравлічним приводом. Приклад його встановлення представлений на рисунку 2. Вібродарні навантаження створюються за допомогою вбудованого в корпус клапана-пульсатора [3]. Широкий спектр налаштування режимів роботи цього обладнання та відносно компактні розміри дозволяють стверджувати про доцільність подальшої роботи в цьому напрямку.

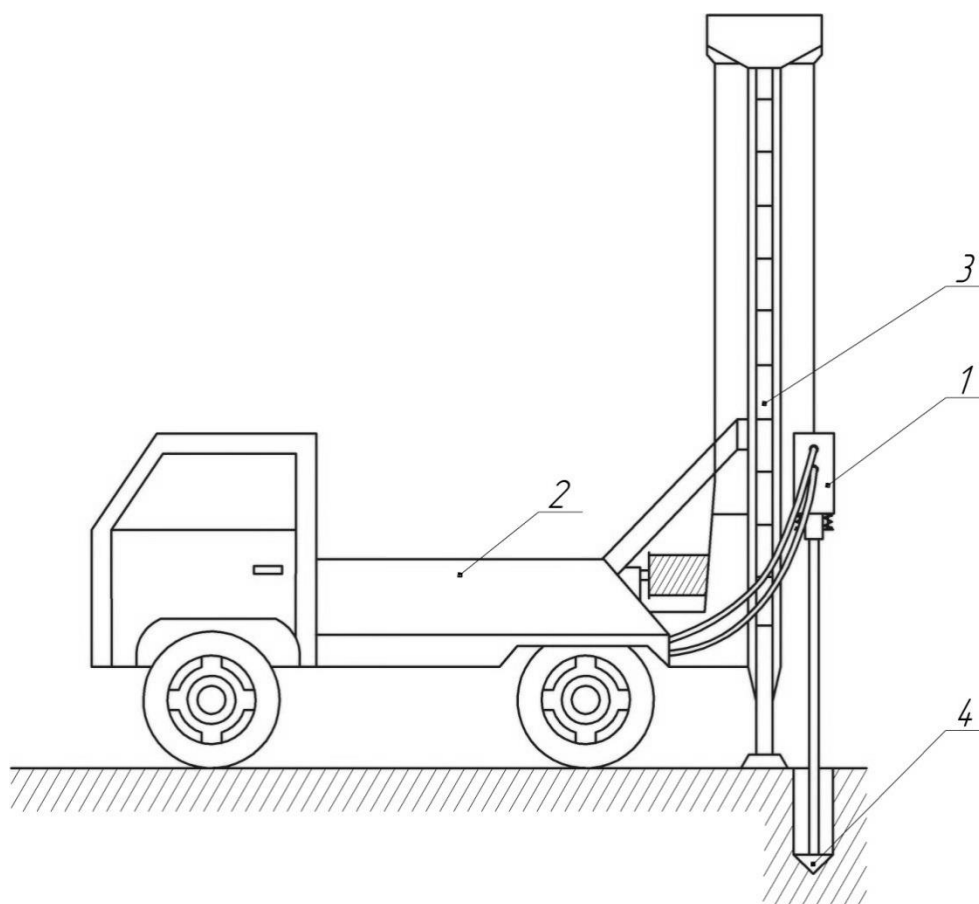


Рисунок 2 – Схема встановлення гідромолота для ударно-вібраційного зондування ґрунтів

#### ВИСНОВКИ

Розробка принципово нового навісного гідромолота для УВЗ ґрунтів при використанні гідравлічного приводу з вбудованим клапаном-пульсатором дозволила підвищити продуктивність та швидкість процесу зондування а також можливість його мобільного використання на агрегатах з гідравлічною системою, без прив'язки до конкретного агрегату. Також цей пристрій зможе використовуватися в будівництві для занурення палі, обсадних труб, очищення зондів і колонкових труб, занурення і витягнення обсадних труб тощо.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Работы в составе инженерно-геотехнических изысканий : лекция / Государственная академия строительства и жилищно-коммунального комплекса. – 2013. – Режим доступа: <http://sdo.akdgs.ru/>. – Назва з екрану.
2. Ребрик Б. М. Ударно-вибрационное зондирование грунтов / Б. М. Ребрик, В. Ф. Вишневский. – М. : Стройиздат. – 1979. – 88 с.
3. Искович-Лотоцкий Р. Д. Машины вибрационного и виброударного действия / Р. Д. Искович-Лотоцкий, И. Б. Матвеев, В. А. Крат. – К. : Техніка, 1982. – 207 с.
4. Гидропривод сваепогружающих и грунтоуплотняющих машин / М. Е. Иванов, И. Б. Матвеев, Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. А. Пишенин, И. В. Коц. – М. : Машиностроение. – 1977. – 174 с.
5. Бауман В.А. Вибрационные машины и процессы в строительстве : учебное пособие для студентов строительных и автомобильно-дорожных вузов / В. А. Бауман, И. И. Быховский. – М. : Высшая школа, 1977. – 255 с.
6. Ребрик Б. М. Вибрационное бурение скважин / Б. М. Ребрик. – М. : Недра, 1974. – 192с.
7. Афанасьев И. С. Бурение скважин при разведке месторождений строительных материалов. / И. С. Афанасьев, А. И. Душин. – Л. : Нера, 1980. – 132 с.
8. Экспресстест. – 2013. – Режим доступа: <http://expresstest.org/>. – Назва з екрану.

## REFERENCES

1. Lektsiya: Raboty v sostave inzhenerno-geotekhnicheskikh izyiskaniy [Elektronnyy resurs] / Gosudarstvennaya akademiya stroitelstva i zhilishchno-kommunalnogo kompleksa. – 2013. – Rezhim dostupu: <http://sdo.akdgs.ru/>. – Nazva z ekranu.
2. Rebrik B.M. Udarno-vibratsionnoe zondirovanie gruntov / Rebrik B.M., Vishnevskiy V.F. // M.: “Stroyizdat”. – 1979. – 88 s.
3. Iskovich-Lototskiy R.D. Mashiny vibratsionnogo i viboudarnogo deystviya / Iskovich-Lototskiy R.D., Matveev I.B., Krat V.A. // Kiev, “Tekhnika”. – 1982. – 207 s.
4. Ivanov M.E. – Gidropriwod svaepogruzhayuschih i gruntouplotnyayuschih mashin / Ivanov M.E., Matveev I.B., Iskovich-Lototskiy R.D., Pishenin V.A., Kots I.V. // M., “Mashinostroenie”. – 1977. – 174 s.
5. Bauman V.A. Vibratsionnyie mashiny i protsessyi v stroitelstve: Uchebnoe posobie dlya studentov stroitelnyih i avtomobilno-dorozhnyih vuzov / Bauman V.A., Byihovskiy I.I. // M., “Vyssh. shkola”. – 1977. – 255 s.
6. Rebrik B.M. Vibratsionnoe burenie skvazhin / M., “Nedra” – 1974. – 192s.
7. Afanasev I.S. Burenie skvazhin pri razvedke mestorozhdeniy stroitelnyih materialov. / Afanasev I.S., Dushin A.I. // L.: Nera, 1980. – 132 s.
8. Elektronnyy resurs “Ekspressstest”. – 2013. – Rezhim dostupu: <http://expresstest.org/>. – Nazva z ekranu.

**Р. Д. Іскович-Лотоцький, Є. І. Івашко**

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НАВІСНИХ ГІДРОМОЛОТІВ ДЛЯ ЗОНДУВАННЯ ҐРУНТІВ**

Вінницький національний технічний університет

Об'єкт дослідження – навісні гідромолоти для зондування ґрунтів.

Мета роботи – підвищення продуктивності виконання зондування ґрунтів, шляхом розробки принципово нового обладнання.

Головним завданням дослідників, які забезпечують проектувальників необхідними вихідними даними, – можливість швидкого впровадження у виробництво нових прогресивних методів досліджень ґрунтів, які забезпечують, з одного боку, високу якість отримуваної інформації про ґрунти, з іншого, – досить високу продуктивність, яка скорочує час вишукувальних робіт. Отже стає очевидним що головним фактором, який впливає на продуктивність виконуваних робіт, є час їх проведення. Весь технічний прогрес зводиться до зменшення часу проведення тих чи інших операцій та зменшення загальних габаритних розмірів елементів механізмів та машин. Зважаючи на перспективність розробки нового та сучасного обладнання, яке зможе підвищити продуктивність виконуваних робіт, стає очевидним актуальність такої роботи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД, ГІДРОМОЛОТ, ВІБРАЦІЇ, УДАРНО-ВІБРАЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ, ЗОНДУВАННЯ ҐРУНТІВ, КЛАПАН-ПУЛЬСАТОР.

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, e-mail: [islord@vntu.edu.ua](mailto:islord@vntu.edu.ua), тел. +380432598523, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, кімн. 1212.

Івашко Євгеній Іванович, Вінницький національний технічний університет, аспірант кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, e-mail: [zheka.vntu@gmail.com](mailto:zheka.vntu@gmail.com), тел. +380938113811, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, кімн. 1204.

## FEATURES DESIGN OF HINGED HYDRAULIC HAMMER FOR SENSING OF SOIL

Vinnitsia National Technical University

The research object is hinged hydraulics hammer for sensing of soil.

The purpose of the work is to improve productivity performance of sensing of soil, through the development of fundamentally new equipment.

The main objective of researchers that provide designers the necessary raw data is a quick introduction of new advanced methods of research soil, providing, on the one hand, the quality of received information on soils, on the other - a very high performance, which reduces the time of survey work. Thus it becomes apparent that the main factor affecting the performance of work performed is the time of the hearing. All technological progress is reduced to reduce time of certain operations and reducing the total overall dimensions of mechanisms and machines. Given the prospects of developing a new and modern equipment that will improve the performance of work, the relevance of this work becomes apparent.

**KEYWORDS:** HYDRAULIC DRIVE, HYDRAULIC HAMMER, VIBRATION, SHOCK-VIBRATION SENSING, SENSING OF SOIL, VAVLE-CLUSTER.

Iskovych-Lototskyi Rostyslav D. – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Machine Tools and Automated Production Equipment, Vinnitsia National Technical University, e-mail: islord@vntu.edu.ua, tel. +380432598523, Ukraine, 21021, Vinnitsa, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1212.

Ivashko Yevhen I. – Post-graduate Student of the Chair of Machine Tools and Automated Production Equipment, Vinnitsia National Technical University, e-mail: zheka.vntu@gmail.com, tel. +380938113811, Ukraine, 21021, Vinnitsia, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1204.

Р.Д. Искович-Лотоцкий, Е.И. Ивашко

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАВЕСНЫХ ГИДРОМОЛОТОВ ДЛЯ ЗОНДИРОВАНИЯ ГРУНТОВ

Винницкий национальный технический университет

Объект исследования – навесные гидромолоты для зондирования грунтов.

Цель работы – повышение производительности выполнения зондирования грунтов, путем разработки принципиально нового оборудования.

Главной задачей исследователей, обеспечивать проектировщиков необходимыми исходными данными, – возможность быстрого внедрения в производство новых прогрессивных методов исследований почв, обеспечивающих, с одной стороны, высокое качество получаемой информации о почвах, с другой – достаточно высокую производительность, которая сокращает время изыскательских работ. Следовательно, становится очевидным, что главным фактором, влияющим на производительность выполняемых работ, является время их проведения. Весь технический прогресс сводится к уменьшению времени проведения тех или иных операций и уменьшения общих габаритных размеров элементов механизмов и машин. Учитывая перспективность разработки нового и современного оборудования, которое сможет повысить производительность выполняемых работ, становится очевидным актуальность данной работы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД, ГИДРОМОЛОТ, ВИБРАЦИИ, УДАРНО-ВИБРАЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, ЗОНДИРОВАНИЕ ГРУНТОВ, КЛАПАН-ПУЛЬСАТОР.

Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, Винницкий национальный технический университет, заведующий кафедрой металлорежущих станков и оборудования автоматизированных производств, e-mail: islord@vntu.edu.ua, тел. +380432598523, Украина, 21021, г. Винница, ул. Хмельницкое шоссе, 95, комн. 1212.

Ивашко Евгений Иванович, Винницкий национальный технический университет, аспирант кафедры металлорежущих станков и оборудования автоматизированных производств, e-mail: zheka.vntu@gmail.com, тел. +380938113811, Украина, 21021, г. Винница, ул. Хмельницкое шоссе, 95, комн. 1204.