

Р. Д. Іскович-Лотоцький, д.т.н., проф.,
І. В. Коц, к.т.н., проф.,
Я. В. Іванчук, к.т.н., доц.,
О. Д. Манжілевський, к.т.н., доц.

Вінницький національний технічний університет

НАВІСНИЙ ІНЕРЦІЙНИЙ ВІБРОМОЛОТ

У різних галузях народного господарства широко застосовуються вібраційні та віброударні машини для виконання робіт, зв'язаних із збудженням в оброблювальному середовищі значних по величині зусиль, які призводять до руйнування матеріалу або його деформації (машини для штамповки деталей, ковки, руйнування гірських порід, бетонних перекриттів, занурення паль тощо). Ефективність застосування таких машин зумовлена тим, що руйнування матеріалу або його деформація у багатьох технологічних процесах визначається рівнем виникаючих напружень, а не часом їх дії [1, 2].

Одним із сформованих напрямків по створенню нової техніки, головним чином для машин із зворотно-поступальним рухом робочого органу, є розробка вібраційних і віброударних машин по зануренню і витяганню паль [3]. Вібраційним зануренням прийнято називати занурення твердого тіла в опорне середовище під дією постійної і знакозмінної сил [4].

Введенням знакозмінної складової можна суттєво знизити постійну складову сили, необхідну для ефективного занурення. Це дає можливість за допомогою вібраційних машин відносно невелику масу занурювати переважно в піщані і глинисті ґрунти елементи, опір зануренню яких в багато разів перевершує силу тяжіння віброуючої системи. У випадках значної зміни властивостей ґрунту під дією вібрації, що має місце у водонасичених ґрунтах, можна добитися не тільки зниження необхідної для занурення постійної сили, але й енергії, що тратиться на занурення [5].

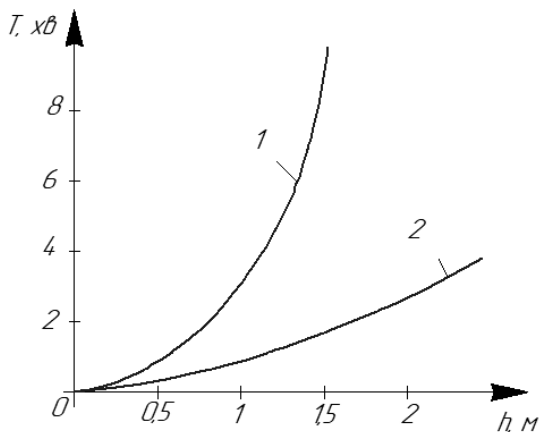


Рисунок 1 – Діаграма залежності часу роботи вібратора (1) і вібромолота (2) від глибини занурення палі

На рисунку 1 приведений усереднений графік порівняння ефекту занурень дослідної труби, у якості занурювальної палі, під вібраційним і віброударним навантаженнями для різних ґрунтових умов [6]. Експериментальне дослідження процесу віброударного занурення проводились товстостінною трубою діаметром 110 мм і довжиною 2,6 м з конусним наконечником (кут конуса на занурюваному кінці труби 90°) в сухі піски і піски з природною вологістю із середньою швидкістю 2–2,5 м/хв [7]. Результати даного експерименту показали [4], що швидкість занурення палі в глинисті ґрунти була в п'ять-шість разів нижче, ніж при зануренні тієї ж палі в супіщані і глинисті ґрунти. Порівняння ефектів занурення за допомогою вібраційних і віброударних навантажень показало, що віброударний вплив виявився ефективнішим в 3-8 разів.

Відомо, що для реалізації найбільш ефективних режимів вібраційного впливу на виконавчий орган та середовища перспективним є застосування у вібраційних (ВМ) та віброударних машинах (ВУМ) гідроімпульсного привода (ГП) [2, 5].

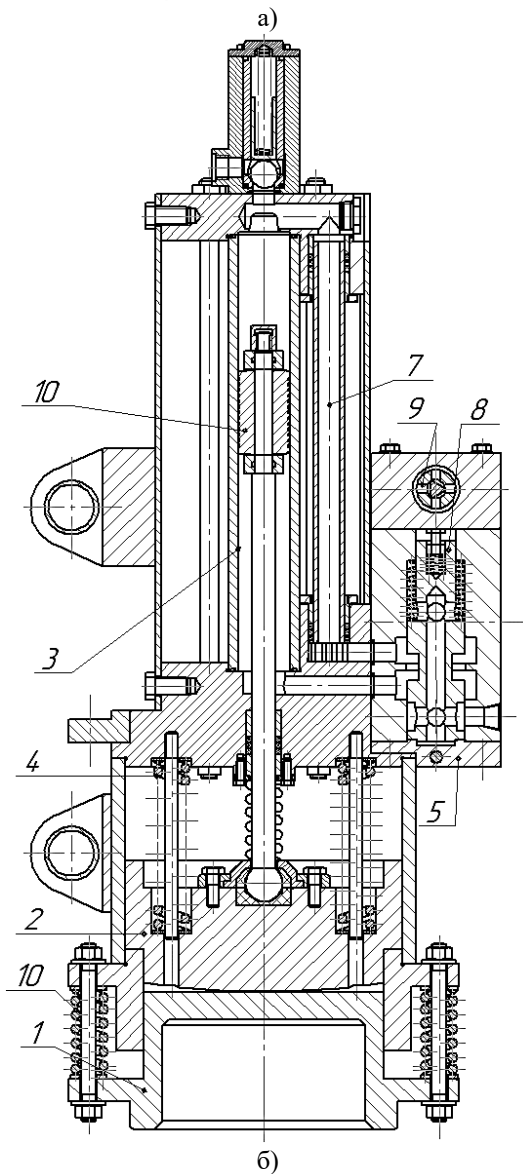
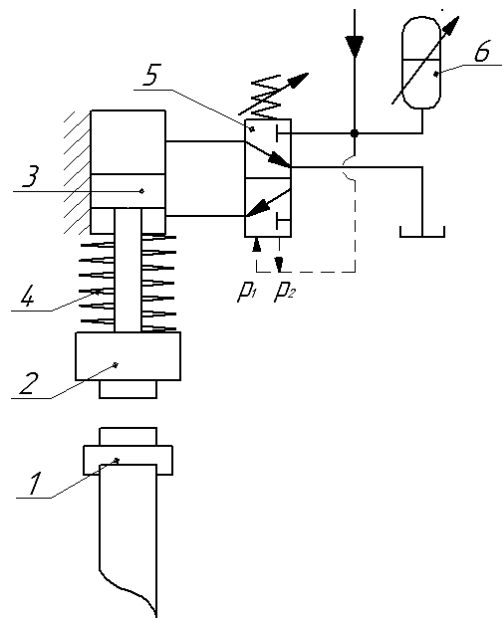


Рисунок 2 – Навісний інерційний вібратор:
 а) – принципова схема; б) конструктивна
 схема

Для ефективного занурення паль був розроблений навісний інерційний вібратор (НІВ) на базі ГП (рис. 2) [7]. Даний НІВ складається із наголовника 1, який сполучений із палею, і ударної маси 2, яка приводиться в рух за допомогою ГП, який в свою чергу складається із виконавчого гідроциліндра 3 і генератора імпульсів тиску (ГІТ) 5. ГІТ до виконавчого гідроциліндра 3 підключається по схемі «на вході» [1, 7] через гідроаккумулятор 6. Даний тип підключення ГІТ дозволяє на робочий орган 10 (плунжер) виконавчого гідроциліндра прикладати силове навантаження, яке має функцію зміни сил імпульсної форми []. Робочий цикл НІВ починається із наповнення гідроаккумулятора 6, і відповідно акумулюванням в ньому тиску до певного заданого значення p_1 , яке задається регулювальною пружиною на сервоклапані 9 ГІТ 5. Після досягнення заданого тиску p_1 , в ГІТ 5 відкривається клапан другого каскаду 8, який сполучає порожнину гідроаккумулятора 6 із робочою порожниною виконавчого гідроциліндра 3. Різке збільшення тиску в робочій порожнині виконавчого гідроциліндра 3 змушує плунжер рухатись вгору, що змушує за собою піднімати інерційну масу 2, при цьому стискаючи пружні елементи 4. Рух інерційної маси 2 вгору спричиняє накопиченню потенційної енергії від дії сил тяжіння і пружних сил. Після падіння тиску в системі ГП до тиску p_2 , який визначається конструктивними параметрами сервоклапану 9, інерційна маса 2 починає рухатись вниз, що спричиняє ударну взаємодію із наголовником 1, яка в свою чергу передається на палею. Також при падінні тиску в системі ГП до тиску p_2 , відбувається сполучення робочої порожнини виконавчого гідроциліндра 3 зі зливною лінією 7, за допомогою клапана другого каскаду 8. При цьому зливна лінія 7 сполучена із надплунжерною порожниною виконавчого гідроциліндра 3, що додатково створює навантаження на плунжер 10 при ході вниз. Дане конструктивне рішення додає додаткову кінетичну енергію інерційній масі 2, яка дозволяє збільшити енергію ударного навантаження по наголовнику 1. Взагалом керуванням спрацювання клапану другого каскаду 8 відповідає сервоклапан 9.

На базі розробленого креслення був створений прототип навісного інерційного вібромолота, тривимірна модель якого представлена на рисунку 3.

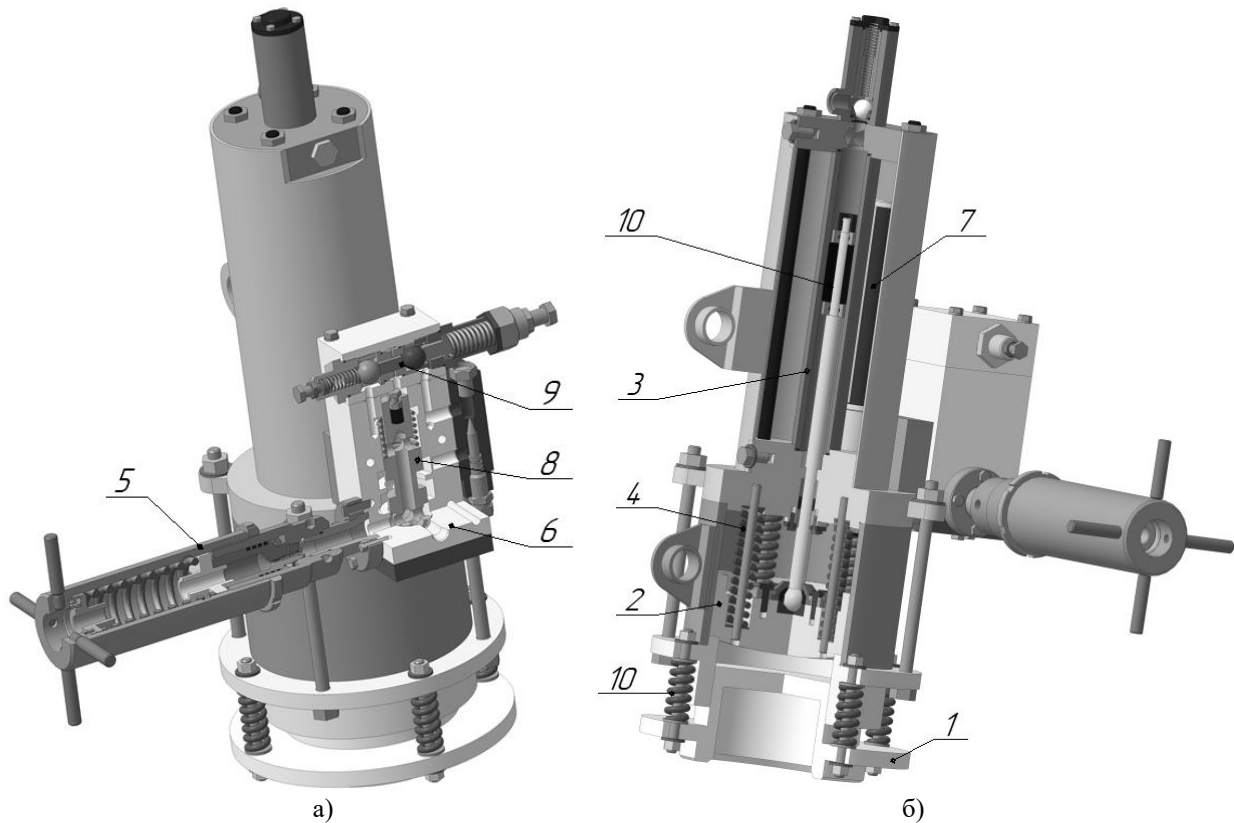


Рисунок 3 – Загальний вигляд у розрізі прототипу навісного інерційного вібромолота:
а – вид справа; б – вид зліва

Розроблений прототип НІВ (див. рис. 3) відповідає наступним технічним параметрам, а саме: енергія ударної взаємодії даного віброударного пристрою складає $E=3000$ Дж; номінальна частота ударів $\nu=2,5 \dots 3,0$ Гц; максимальний хід ударної маси складає $H=0,4$ м; робочий тиск в гідросистемі складає $p=16$ МПа; маса ударної частини складає $m=50$ кг.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Технологія моделювання оцінки параметрів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом : монографія / Р. Д. Іскович–Лотоцький, О. В. Зелінська, Я. В. Іванчук. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 152 с.
2. Іскович–Лотоцький Р. Д. Математичне моделювання робочих процесів інерційного вібропрес–молота з електрогідравлічною системою керування гідроімпульсного привода для формоутворення заготовок з порошкових матеріалів // Р.Д. Іскович–Лотоцький, В.П. Міськов, Я.В. Іванчук // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2016, – №3(237). – С. 176 – 180.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Основи резонансно–структурної теорії віброударного розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський// Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – Д., 2014. – №5(53) – С.109 – 118. doi: 10.15802/stp2014/30458
4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів. / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В.

Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. Науковий журнал – Луцьк, 2012. – № 1,2 (5, 6). – С. 122 – 126.

5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес–молота // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.

6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування вібраційного гідроімпульсного привода в будівельних і дорожніх машинах / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Збірник наукових праць Харківської державної академії залізничного транспорту. – Харків, 2008. – № 88. – С. 48 – 54.

7. Rostislav D. Iskovych-Lototsky, Yaroslav V. Ivanchuk, Natalia R. Veselovska, Wojciech Surtel, Samat Sundetov. "Automatic system for modeling vibro-impact unloading bulk cargo on vehicles", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 1080860 (1 October 2018). doi: 10.1117/12.2501526.