

ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОЗБУДЖУВАЧА З ІНДУКЦІЙНИМ ЛІНІЙНИМ ДВИГУНОМ ДЛЯ ПРОХОДКИ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН

Голенков Г.М., к.т.н., доц., Бондар Р.П.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Україна, 03037, Київ, пр. Повітрофлотський 31, КНУБА, кафедра "Електротехніки та електроприводу"

тел. (044) 241-55-65

Розглянуто питання, пов'язані із застосуванням різних методів безтраншейної проходки свердловин. Проведено аналіз існуючих конструкцій віброзбуджувачів. Запропоновано конструкцію індукційного лінійного віброзбуджувача й обґрунтовано теоретичні основи його роботи.

Рассмотрены вопросы, связанные с применением различных методов безтраншейной проходки скважин. Сделан анализ существующих конструкций виброзбуджителей. Предложена конструкция индукционного линейного виброзбуджителя и обоснованы теоретические основы его работы.

При прокладанні трубопроводів, інженерних мереж різного призначення під дорогами чи іншими перешкодами широко застосовуються два основних способи проведення робіт – відкритий і закритий.

Відкритий спосіб передбачає риття траншей, що пов'язане з руйнуванням дорожнього покриття, зупинками руху транспорту тощо. Усе це призводить до подорожчання виконуваних робіт і спричиняє певні незручності в умовах щільного міського руху.

Більш перспективними є закриті (безтраншейні) методи, які володіють низкою переваг: екологічна й економічна ефективність; відсутня необхідність екскавації значних об'ємів ґрунту; проведення робіт без зупинки руху наземного транспорту; відсутність витрат на відновлення пошкоджених ділянок доріг, скорочення кількості залученої до робіт важкої техніки і робочої сили.

Безтраншейну прокладку трубопроводів виконують, в основному, способами проколу, продавлювання й буріння, а при прокладенні колекторів і тунелів – щитовим і штольневим способами проходки.

Вибір способу прокладання залежить, насамперед, від діаметра й довжини трубопроводу, фізико-механічних і гідрогеологічних умов ґрунтів.

Аналіз існуючих машин для безтраншейної прокладки трубопроводів [1–8] показує, що застосування при прокладанні дорогої імпоротної техніки з використанням технології горизонтального направлено буріння (на жаль, аналогічного вітчизняного устаткування поки що немає) не завжди виправдане, а труднощі при спорудженні безтраншейних переходів методами проколу й продавлювання визначаються необхідністю прикладення значних статичних зусиль (150–4500 кН). В останньому випадку, крім того, виникає необхідність вилучення ґрунту з порожнини труби. Застосування вібраційної технології дозволяє значно зменшити зусилля вдавлювання і збільшити швидкість проходки.

В роботах Н.Я. Кіршенбаума і В.М. Мінаєва [1] обґрунтована можливість ефективного ударно-вібраційного занурення труб при горизонтальній проходці свердловин. Ця можливість пов'язана з умовами самостійного руху труби у напрямку прокладання (без прикладення зусиль вдавлювання). Для цього маши-

ну викладають безпосередньо на ґрунт, а не на спеціальні роликіві опори, як машини інших типів. У цьому випадку з'являється зовнішня сила (тертя труби об ґрунт). Імпульси сил, що виникають при роботі вібромолота, направлені протилежно і близькі за величиною, однак час дії, а отже, і сили, що діють, значно різняться. Якщо час удару складає тисячні долі секунди, то час дії зворотнього зусилля через пружини у багато разів більше (в 50–100 разів).

Отже, зусилля, що виникають при ударі вібромолота по трубі, у багато разів більше зусилля, яке намагається відсунути машину назад. У першому випадку воно значно вище сил тертя труби об ґрунт і легко їх долає, а в другому менше за них і повністю ними нейтралізується. Таким чином, при наявності певної величини сили тертя у системі "труба–ґрунт" машина набуває здатності поступально переміщатися у напрямку удару. Конструкцію типового ударно-вібраційного механізму показано на рис. 1.

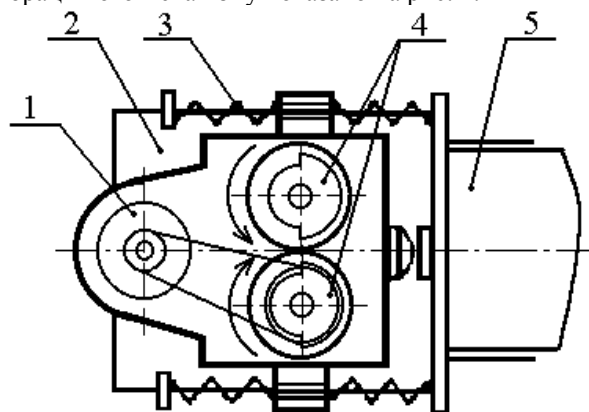


Рис. 1. Будова ударно-вібраційного механізму:
1-двигун; 2-рама; 3-пружини; 4-ексцентрики; 5-труба

До основних недоліків ударно-вібраційних пристроїв традиційної конструкції можна віднести: недовговічність двигуна через підвищене зношування підшипників; низький ККД через утворення зайвих бокових коливань та необхідність в синхронізації обертання дебалансів.

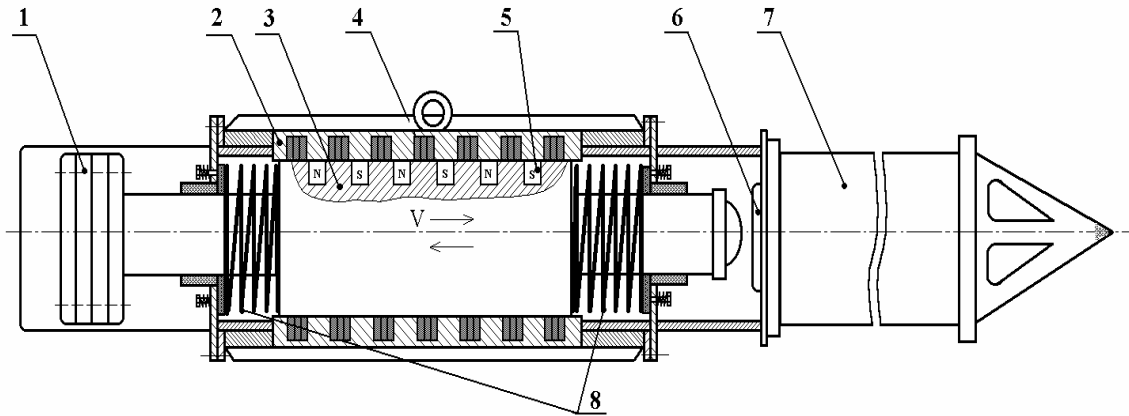


Рис. 2. Конструктивна схема ВІЛД:
1-вантаж; 2-статор; 3-бігун; 4-обмотка статора; 5-обмотка бігуна; 6- ковадло; 7- труба; 8-пружини

Для виключення вищезгаданих недоліків пропонується використати ударно-вібраційний пристрій з вібробудувачем на основі індукційного лінійного двигуна (ВІЛД).

У [9] запропоновано конструкцію віброзанурювача з однофазним лінійним двигуном і визначено намагнічуючу силу (н.с.) –

$$F = \pm \frac{\sqrt{2} \cdot F_m}{4}, \quad (1)$$

де F_m – максимальне значення н.с.

Оскільки використання однофазних електричних машин значної потужності небажане (через нерівномірне навантаження фаз мережі), доцільно перейти до живлення ВІЛД від трифазної мережі змінної напруги.

Конструкцію ударно-вібраційного пристрою на основі ВІЛД показано на рис. 2.

При підключенні обмотки трифазної машини до мережі виникає магнітне поле, що біжить. Для того, щоб отримати пульсуюче магнітне поле, достатньо змінити напрям проходження струму в одній з обмоток на протилежний. На рис. 3 показано векторну діаграму струмів (у даному випадку змінений напрямок проходження струму фази В).

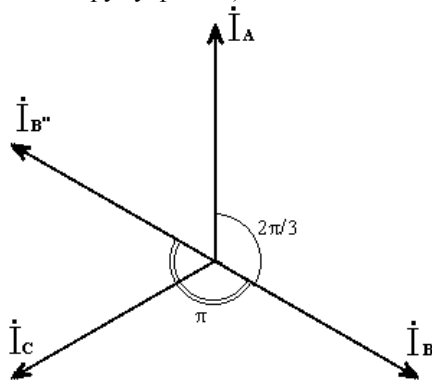


Рис. 3

Намагнічуюча сила, що створюється обмотками А,В,С, змінюється за синусоїдальним законом і дорівнює:

$$\begin{aligned} F_A &= F_m \cdot \sin \omega t ; \\ F_{B''} &= F_m \cdot \sin(\omega t - 5\pi/3) ; \\ F_C &= F_m \cdot \sin(\omega t - 4\pi/3) . \end{aligned}$$

Для того, щоб визначити значення результуючого вектора н.с., слід знайти суму н.с. кожної обмотки:

$$\begin{aligned} F &= F_m \cdot (\sin \omega t + \sin(\omega t - 5\pi/3) + \sin(\omega t - 4\pi/3)) ; \\ F &= F_m \cdot (\sin \omega t + \sqrt{3} \cdot \sin(\omega t - 3\pi/2)) ; \\ F &= F_m \cdot (\sin \omega t + \sqrt{3} \cdot \cos \omega t) . \end{aligned} \quad (2)$$

Отже, сумарне значення н.с. пульсуючого магнітного поля (як це видно з графіка функції $\sin \omega t + \sqrt{3} \cdot \cos \omega t$ (рис. 4) буде змінюватися від $-2F_m$ до $+2F_m$:

$$F = \pm 2 \cdot F_m .$$

Діюче значення н.с. визначається як її середнє квадратичне значення за період:

$$F = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T F_m^2 \cdot (\sin \omega t + \sqrt{3} \cdot \cos \omega t)^2 \cdot \partial t .}$$

Враховуючи, що $\omega = 2\pi/T$, можна записати:

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T F_m^2 \cdot \left(\sin^2 \frac{2\pi \cdot t}{T} + 2\sqrt{3} \cdot \sin \frac{2\pi \cdot t}{T} \cos \frac{2\pi \cdot t}{T} + \right. \\ &\quad \left. + 3 \cdot \cos^2 \frac{2\pi \cdot t}{T} \right) \cdot \partial t .} \end{aligned}$$

Проінтегрувавши вираз, отримаємо:

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{\frac{F_m^2}{2} + \frac{3F_m^2}{2}} ; \\ F &= \sqrt{2} F_m \end{aligned} \quad (3)$$

Отже, при формуванні коливальної системи ВІЛД магнітна система вторинного контуру може бути виконана з постійних магнітів чи електромагнітів постійного струму з н.с., що дорівнює (3).

Таким чином, для створення умов виникнення сили, що призводить до переміщення бігуна, необхідно у вторинному контурі по довжині бігуна розмістити джерела, що створюють н.с., а на обмотки індуктора подати змінний струм. Амплітуда коливань бігуна відповідає половині полюсного розподілу машини $\tau/2$, частота коливань – частоті мережі живлення.

Для інженерних розрахунків параметрів віброударної установки необхідно знати потрібну енергію кожного удару, частоту ударів і масу ударної частини.

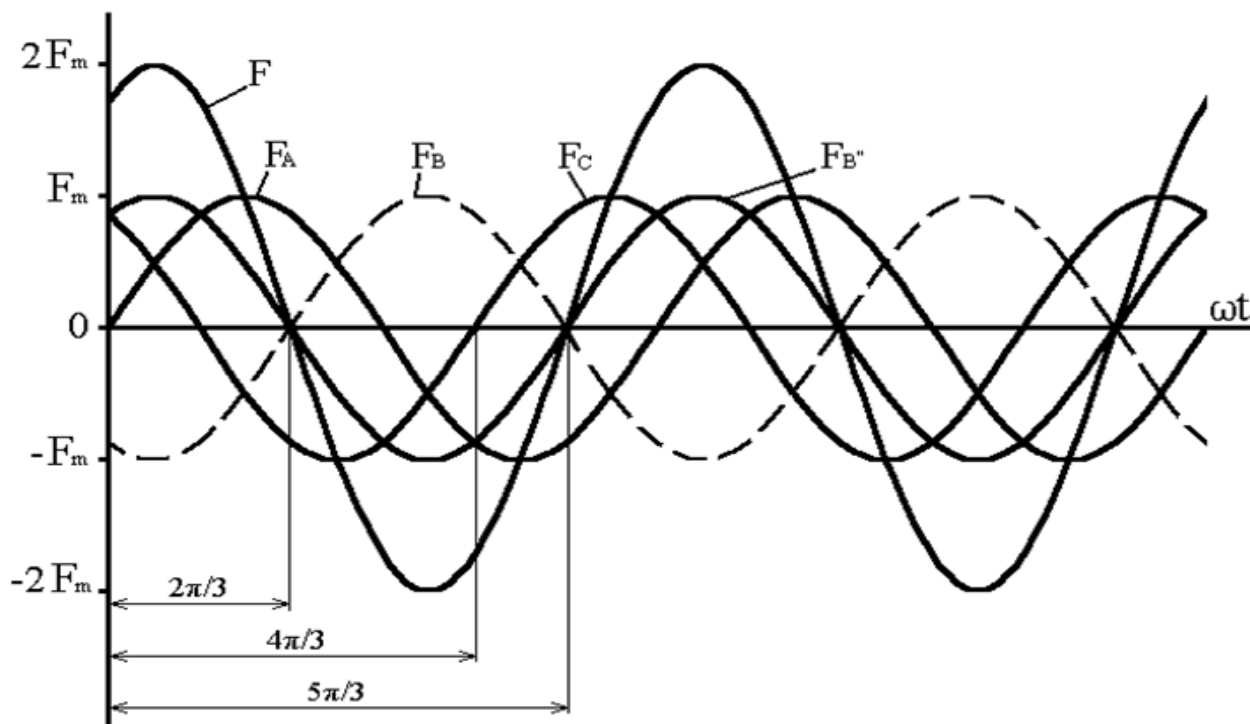


Рис. 4

Енергія одиничного удару визначається за відомим співвідношенням:

$$W = \frac{M \cdot V_1^2}{2}, \quad (4)$$

де $V_1 = 2\tau \cdot f$ – швидкість ударника (бігуна) в момент удару; M – маса ударника.

Запропонована конструкція установки виключає складні кінематичні схеми, створює тільки поздовжні коливання, крім того, дозволяє оперативно змінювати параметри установок в залежності від зміни властивостей системи “труба– ґрунт”.

Отже, у порівнянні з однофазним лінійним двигуном, описаним у [9], в трифазному варіанті значення намагнічуючої сили збільшується у чотири рази, крім того, здійснюється рівномірне навантаження фаз мережі живлення.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Киришенбаум Н.Я., Минаев В.И. Виброметод в проходке горизонтальных скважин. –М.: Недра, 1968. –153 с.
- [2] Буровые установки скважин и стволов: Справочник / Николаенко А.Т., Седов Б.Я., Терехов Н.Д., Болотских Н.С.– 3-е изд., перераб. и доп. –М.: Недра, 1985. –344 с.
- [3] Бауман В.А., Быховский И.И., Гольдштейн Б.Г. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов. –М.: Машиностроение, 1970. –255 с.
- [4] Ребрик Б.М. Бурение инженерно–геологических скважин: Справочник. –2 изд., перераб. и доп. –М.: Недра, 1990. –336 с.
- [5] Вибрационная технология в свайных и буровых работах / Цейтлин М.Г. и др. –Л.: Стройиздат, 1987. – 262 с.
- [6] Киришенбаум Н.Я., Минаев В.И. Проходка горизонтальных и вертикальных скважин ударным способом. – М.: Недра, 1984. –245с.
- [7] Антипов В.В., Бракер И.И. Создание и освоение произ-

водства отечественного оборудования для бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций и бурения скважин // Горные машины и автоматика. – 2003. №9. – С. 22–26.

- [8] Садыков Ф.Р. Техника и технология горизонтального направленного бурения. // Строительная техника и технологии. – 2004. №2. – С. 72–77, №3. – С. 78–80.
- [9] Голенков Г.М., Макогон С.А. Вибропогружатель с индукционным линейным двигателем // Электротехника і Електромеханіка. – 2004. №4. – С. 15–16.
- [10] Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. В 2-х ч. Ч. 2 – Машины переменного тока. Учеб. Для студ. ВТУЗов. Л.: Энергия, 1973. – С. 86–91.

Поступила 1.09.2005