

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ОБЕРТАЧА БУРИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ З ДЕБАЛАНСНИМ ВІБРАТОРОМ ПРОСТОРОВОЇ ДІЇ

*Вячеслав Смірнов, Василь Головань*

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
03680, Повітрофлотський просп. 31, Київ, Україна, e-mail: oprofn@knuba.edu.ua*

## RESEARCH AND DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION SPANNER DRILLING EQUIPMENT VIBRATOR WITH DEBALANCE SPATIAL EFFECT

*Vyacheslav Smirnov, Vasiliy Golovan*

*Kyiv national University of Construction and Architecture,  
03680, Povitroflotskyu prospect 31, Kyiv, Ukraine, e-mail: oprofn@knuba.edu.ua*

**АНОТАЦІЯ.** Наведена конструктивна схема та аналіз роботи обертача бурильного обладнання динамічної дії для буріння міцних ґрунтів з планетарним механізмом та віброзбудником вертикальних та крутильних коливань. Розроблена методика визначення основних параметрів, побудована картина швидкостей, схема та діаграма роботи дебалансів.

**Ключові слова:** обертач, бур, вібратор, планетарний, дебаланс.

**АННОТАЦИЯ.** Представлена конструктивная схема и анализ работы вращателя бурильного оборудования динамического действия для бурения прочных грунтов с планетарным механизмом и вибро-возбудителем вертикальных и крутильных колебаний. Разработана методика определения основных параметров, построена картина скоростей, схема и диаграмма работы дебалансов.

**Ключевые слова:** вращатель, бур, вибратор, планетарный, дебаланс.

**ABSTRACT.** **Purpose.** The following diagram and constructive analysis of obertalnyka dynamic performance drilling equipment to drill hard soils with planetary gear and vibrofeeders vertical and torsional vibrations. **Methodology/approach.** The method of determining the main parameters based pattern velocity diagram and chart of unbalance. **Originalaty / value** Article useful for further research.

**Key words:** spanner, drill, vibrator, planetary, unbalance.

### ВСТУП

При бурінні свердловин під стовпчасті опори будівельних споруд в різних гірничо-геологічних умовах широко застосовується мобільна бурильна техніка з невеликими масами та потужностями. Разом з тим для буріння міцних ґрунтів до робочого органа необхідно прикласти значні зусилля, які неможливо забезпечити мобільними бурильними машинами з невеликою масою і потужністю.

Одним із методів підвищення ефективності розробки міцних ґрунтів є використання динамічних робочих органів, в яких ґрунт руйнується як за допомогою їх обертання, так і за допомогою вібраційних пристроїв, які забезпечують додаткове імпульсне навантаження.

Відомі розробки [1], в яких наведені конструкції динамічного бурового обладнання з віброзбудниками вертикальних або крутильних коливань. Разом з тим при роботі дебалансного вібратора діють збуджу-

ючі сили в різних напрямках залежно від фаз обертання дебалансів. Отже, при розробці нових конструкцій динамічного бурильного обладнання є доцільним використання дебалансного вібратора просторової дії [2]. В указаній роботі описано принцип створення нової конструкції обертача бурильного обладнання об'єднаного з віброзбудником вертикальних та крутильних коливань, наведена методика визначення основних конструктивних параметрів.

В даній роботі пропонується нова конструкція обертача динамічного бурового обладнання з віброзбудником крутильних та вертикальних коливань, що передаються на робочий орган за допомогою планетарного механізму та вібромолота просторової дії.

### ВИКЛАД МАТЕРІАЛУ

Конструктивна схема обертача бурового обладнання з віброзбудником крутильних та вертикальних коливань наведена на рис.1.

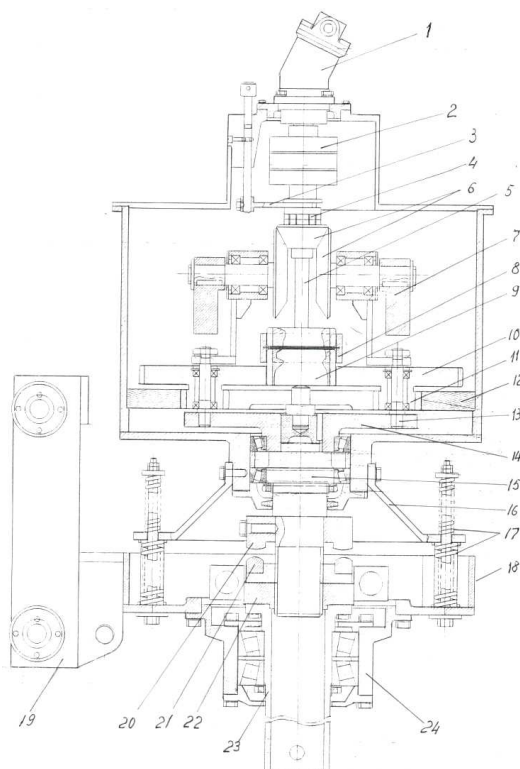


Рис. 1. Конструктивна схема обертача

Fig. 1. Construction scheme spanner

Обертач приводиться в дію гідромотором 1, закріпленим в верхній частині віброзбудника. Обертання передається через пружну муфту 2, яка призначена для компенсації крутильних коливань, що створюються дебалансами 7 вібратора при введенні їх в роботу за допомогою важільного пристрою 3 кулачковою муфтою 4, що з'єднує з центральним вхідним валом 5 конічну передачу 6.

Центральний вхідний вал також з'єднаний через зубчасту муфту 8 з центральним рухомим зубчастим колесом (шестернею) 9, що обертає спарені планетарні колеса 10 та 11, які взаємодіють з нерухомим центральним колесом 12. Планетарні колеса обертаються на вісях 13, закріплених на водилі 14, яке з'єднане з вихідним валом вібропристрою 15.

Наявність кулачкової муфти 4 та керуючого важільного пристрою 3 дає можливість змінювати режим роботи бурового обладнання вмиканням або вимкненням дебалансного вібратора, що приводиться в дію через конічну передачу 6.

Вібродвигач з гідромотором, пружною та кулачковими муфтами і планетарним

механізмом з'єднуються з нижньою частиною – вертикальним та крутильним вібромолотом – через конічний опорний фланець 16 та пружинні опори 17, які забезпечують вертикальні коливання вібропристрою. Крім того, при відповідних фазах при обертанні дебалансів через водило і вихідний вал планетарного механізму передаються також крутний момент та крутильні коливання. Корпус вібромолота 18 кріпиться до механізму подачі робочого органа (наприклад, до рухомої каретки) 19 бурової машини.

Вертикальні пульсуючі навантаження передаються у вібромолоті від кільцевого ударника 20, закріпленого на вихідному валу вібратора, на кільцеве ковадло 21, прикріплене до крутильного вібромолота 22, який за рахунок рухомого шліцьового з'єднання з вихідним валом планетарного механізму може передавати крутильні пульсуючі навантаження, не перешкоджаючи вертикальним коливанням останнього. На буровий робочий орган крутний момент, напірне зусилля та пульсуючі вертикальні і крутильні коливання передаються через фланець 23, що обертається в підшипниковому вузлі 24 і з'єднаний з робочою частиною крутильного вібромолота.

Конструктивна схема крутильної частини вібромолота приведена на рис. 2. Ударники вібромолота 1 закріплені на важелях, які з'єднані з вихідним валом віброзбудника за допомогою рухомого шліцьового з'єднання (рис. 1), а ковадла 2 з'єднані з рухомими, до яких кріпиться фланець, що передає обертання робочому органу. Крутильні коливання забезпечуються пружинами 3, жорсткість яких впливає на величину ударного навантаження. Регулювання

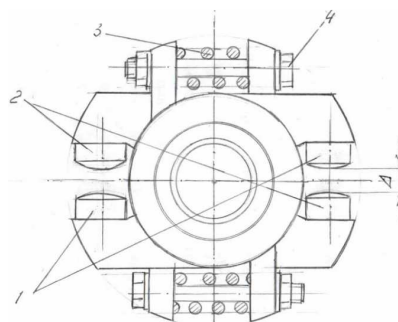


Рис. 2. Схема крутильного вібромолота

Fig. 2. Scheme torsion vibration

зазору  $\Delta$  між ударниками 1 та ковадлами 2, який впливає на амплітуду коливань вібро-молота [2], здійснюється гвинтами 4.

Так як коливання швидкості обертання робочого органа передаються через водило  $H$  (рис. 1), що з'єднане з вихідним валом обертальника, необхідно виконати визначення кінематичних параметрів планетарного механізму, що може бути проведено за допомогою картини швидкостей [2].

Схема планетарного механізму динамічного приводу просторової дії буринного обладнання і його картина швидкостей приведені на рис. 3.

Картини швидкостей коліс 1 та 1' отримуються із трикутників  $K_110$  та  $K_21'0$ , а картини швидкостей коліс 2, 4 та водила  $H$  – із трикутників  $K_11K_4$ ,  $K_34$ ,  $K_4$  та  $K_HHO$ .

Із картин швидкостей маємо:

$$V_1 = \omega_1 r_1; \quad V_H = \omega_H r_H,$$

де  $\omega_1$ ,  $\omega_H$  та  $r_1$ ,  $r_H$  – кутові швидкості і радіуси колеса 1 та водила  $H$  відповідно.

Аналогічно визначаються швидкості інших ланок планетарного механізму.

Для визначення кутових швидкостей, необхідних при розрахунку наведеного на схемі планетарного механізму, використовуються залежності [3]

$$\omega_1 = \frac{\mu_v}{\mu_l} tg \delta_1; \quad \omega_2 = \frac{\mu_v}{\mu_l} tg \delta_2;$$

$$\omega_H = \frac{\mu_v}{\mu_l} tg \delta_H,$$

де  $\mu_v$  та  $\mu_l$  – масштаби картини швидкостей і схеми механізму.

Передаточне відношення даного планетарного механізму

$$i_{1H}^{(3)} = \frac{\omega_1}{\omega_H} = 1 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_4},$$

де  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  та  $Z_4$  – числа зубців відповідних зубчастих коліс (рис. 3).

Установка вертикальних дебалансів в планетарному віброзбуднику об'єднаному з обертальником буринного обладнання приводить до зміни середніх швидкостей ланок планетарного механізму, в тому числі і водила з вихідним валом, від якого крутний момент та вертикальні і крутильні динамічні навантаження передаються на робочий орган. Вони створюються під дією

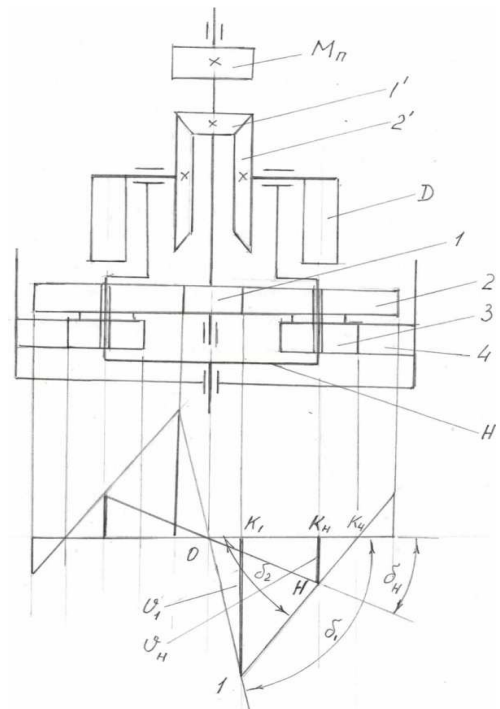


Рис. 3. Схема визначення середнього значення швидкості руху водила

Fig. 3. Scheme Determination of the average speed of the carrier

змушуючих сил  $F_0$  від дебалансів при їх обертанні

$$F_0 = m_0 r_0 \omega^2 = \frac{G_0}{g} r_0 \omega^2,$$

де  $m_0$ ,  $r_0$  – маса та ексцентриситет дебалансів;  $\omega = \frac{\pi n}{30}$  – кутова швидкість обертання дебалансів;  $n$  – частота їх обертання;  $G_0$  – вага дебалансів.

Схема роботи дебалансів та діаграма дії змушуючих сил показані на рис. 4.

Для визначення параметрів віброзбудника слід задати величину змушуючої сили  $F_0$ , яка доповнює дотичне та напірне зусилля на робочий орган буринної машини. Необхідний статичний момент дебалансів

$$M_{cm} = m_0 r_0 = \frac{F_0}{\omega^2}.$$

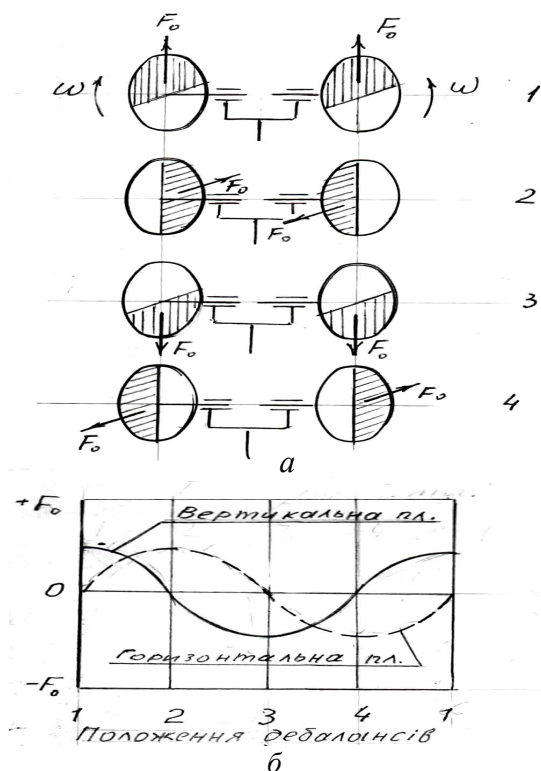
Статичний момент одного дебаланса

$$m_{01} r_{01} = \frac{m_0 r_0}{n},$$

де  $n$  – число дебалансів.

Потужність коливань дебалансів  $N_k$  визначається із залежності

$$N_k = \frac{1}{4} F_0 x'_\delta \omega,$$



**Рис. 4.** Схема роботи дебалансів та діаграма дії змушуючих сил:

*a* – фази обертання; *б* – діаграма змін змушуючих сил

**Fig. 4.** Scheme of unbalance chart action and forcing power:

*a* - the phase rotation; *b* - chart changes making powers

де  $x'_8$  – амплітуда пересувань вібропристрою.

Особливості динамічного руйнування ґрунту робочими органами землерийних машин оснащеними вібропристроями приведені в роботі [4].

## ВИСНОВКИ

При бурінні міцних ґрунтів на робочий орган діють великі навантаження, що не дозволяє при таких умовах використовувати бурильне обладнання статичної дії. Тому використання динамічних бурових робочих органів дає можливість підвищити швидкість буріння, а також дозволяє бурити свердловини в ґрунтах підвищеної міцності. Це значно розширює можливості використання бурильних машин з обмеженою потужністю і масою, особливо при виконанні

будівництва в складних гірничо-геологічних умовах.

В результаті проведених досліджень запропонована нова конструкція обертача бурильних машин з дебалансним вібратором просторової дії. Розроблена конструктивна схема обертача, наведена методика визначення основних конструктивних параметрів, необхідних при проектуванні нового бурильного обладнання для роботи на міцних ґрунтах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Смірнов В.М., Головань В.П. Дослідження геометричних, силових та енергетичних параметрів динамічного бурового обладнання з вібробудником крутильних коливань // Збірник «Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини». - № 73. - 2009.
2. Смірнов В.М., Головань В.П. Обертальник бурильного обладнання з дебалансним вібратором просторової дії // Науково-технічний журнал «Теорія і практика будівництва». - № 5. - 2009.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов. - М.: «Наука», 1967. - 260с.
4. Баладинский В.Л. Динамическое разрушение ґрунтов. - К., издательство КГУ, 1991. - 110с.

## REFERENCES

1. Smirnov V.M., Golovan V.P. 2009. Doslidzhennja geometrichnih, silovih ta energetichnih parametriv dinamichnogo burovogo obladnannja z vibrozbudnikom krutil'nih kolivan [Research geometrical, power and energy parameters of dynamic drilling equipment vibrofeeders torsional vibrations]. Mining, constructional, road and melioration machines, No.73.
2. Smirnov V.M., Golovan V.P. 2009. Obertal'nik buril'nogo obladnannja z debalansnim vibratom prostoroivoi dii [Rotating device drilling equipment from debalance vibrator spatial action]. Teorija i praktika budivnictva [Theory and practice of construction], No.5.
3. Artobolevskij I.I. 1967. Theory of mechanisms. Moscow, Nauka Publ., 260.
4. Baladinskij V.L. 1991. Dinamicheskoe razruszenie ґruntov [Dynamic destruction of soils]. Kyiv, KGU Publ., 110.