

УДК621.762

В. Д.Рудь, Д. О.Сомов, В.О.Сацук, О.В. Приймак

Луцький національний технічний університет

НИЗЬКОЧАСТОТНИЙ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИЙ ВІБРОМОДУЛЬ ДЛЯ ПРОСВІЧУВАННЯ ЗЕМЛІ

В даній роботі розглядається одна з можливих схем вібраційного модуля для цілей вібраційного просвічування Землі. В якості пружних елементів виконавчого механізму застосовуються гідравлічні рукави високого тиску з попередньою радіальною деформацією. Розглянуті динамічні характеристики вібромодуля.

Ключові слова: вібраційний модуль, виконавчий механізм, гідравлічний генератор.

Одним з можливих варіантів використання низькочастотного вібраційного модуля для цілей вібраційного просвічування землі (ВПЗ) амплітудним значенням зусилля більше 1000 т є „розпорне” джерело [1]. У даній роботі розглядається одна з можливих схем такого вібромодуля, де в якості пружних елементів виконавчого механізму застосовуються гідравлічні рукави високого тиску з попередньою радіальною деформацією [2]. Даний пружний елемент, разом з компактністю і повною герметичністю, дозволяє розподілити навантаження на породу більш рівномірно у порівнянні з гідроциліндрами. Крім того, при радіальній вісесиметричній деформації у стінках оболонки рукава практично відсутні втрати на сухе тертя, що також істотно для передачі неспотвореного гармонійного сигналу до породи. Для формування зусилля, що змінюється по синусоїдальному закону, необхідно створювати у пружних елементах змінний тиск. Це досягається за допомогою застосування спеціального об'ємного гідравлічного генератора коливань, що створює змінний об'єм рідини, яка підводиться до виконавчого механізму. Приводом генератора коливань служить силовий електропривод з понижуючим редуктором. Схема такого приводу показана на рис.1.

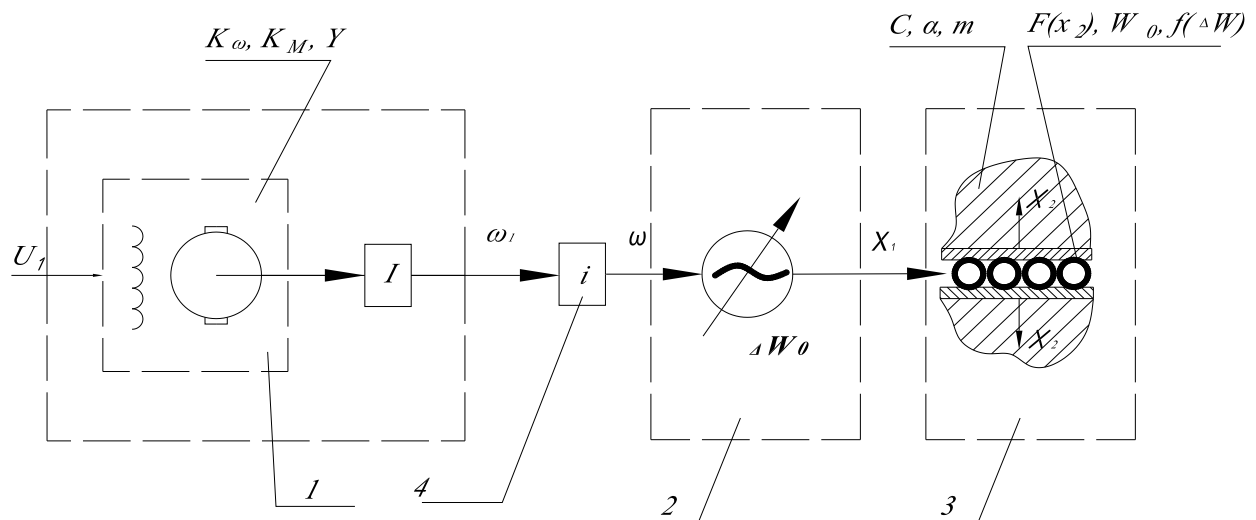


Рис.1. Схема приводу генератора коливань.

Розглянемо динамічні характеристики електрогідравлічного вібромодуля з врахуванням наступних припущень:

1. Навантаження зі сторони породи на виконавчий механізм носить, в основному, характер зосередженої пружності (жорсткості) C , низького опору α , а у випадку виникнення стоячих хвиль як результат відбиття від глибинних чи поверхневих шарів – і приведеною масою m . Масою рухомих частин через велику жорсткість пружних елементів і високу власну частоту знехтуємо.

2. Характеристики пружного елемента C_0 , $f(\Delta w)$ лежать в лінійній зоні.
3. Амплітудне значення породи X_2 у всьому діапазоні частот не перевищує заданого розрахунком рівня.
4. Площа підтискання рукавів $F_2(X_2)$ приймається постійною і незалежною від X_2 .
5. Характеристики приводного двигуна апроксимовані коефіцієнтами підсилення за швидкістю K_W , моментом K_M , моментом інерції I і швидкісним опором b .

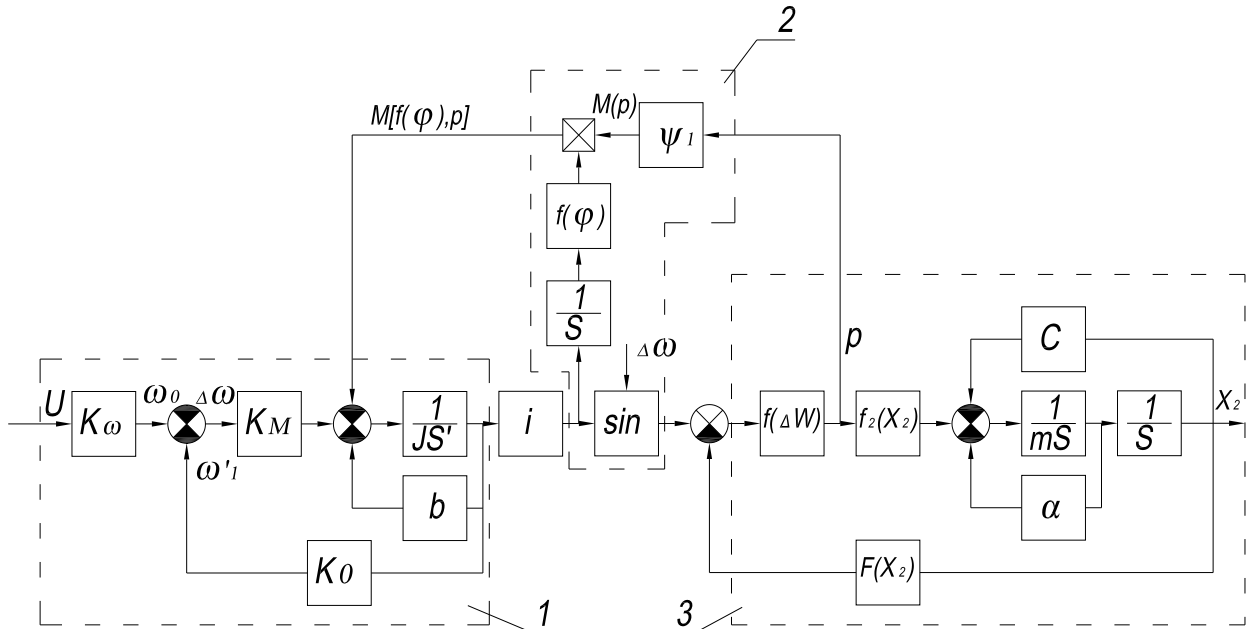


Рис. 2. Структурна схема вібраційного модуля

6. Зворотній зв'язок за швидкістю K_0 приймається одиничним. З врахуванням вище викладеного структурна схема вібрмодуля представлена на рис.2.

Тут 1,2,3 – відповідно елементи вібрмодуля: приводний двигун, разом з системою управління, генератор коливань з редуктором і виконавчий механізм, разом з навантаженням (див. мал.1). Цікаво відмітити тут наявність складного зворотного зв'язку „гідросистема – приводний двигун”. Розглянемо деякі варіанти навантаження приводного двигуна коливальною системою середовища.

В загальному випадку момент навантаження на приводний двигун $M(\varphi, P)$ визначається зсувом фази Θ між пульсуючим тиском P і поточним кутом двигуна φ :

$$M(\varphi, P) = f[\varphi(t)] \cdot \psi_1 \cdot P(t, \Theta). \quad (1)$$

Середнє за період значення моменту визначається інтегралом

$$M_0(\varphi, P) = \psi_1 \int_{t_0}^{t_0+T} f[\varphi(t)] \cdot P(t, \Theta) dt \quad (2)$$

Для встановленого режиму роботи функції $f[\varphi(t)]$ і $P(t, \Theta)$, та для визначеної кінематики генератора і з врахуванням припущень лінійності пружної характеристики, відомі, що дозволяє вирахувати інтеграл (2)

$$M_0(\varphi, P) = \bar{P} \cdot \psi_1 \cdot \Phi[2w, \Theta(w)],$$

де \bar{P} - амплітудне значення тиску в гідросистемі,

$\Phi(w)$ - фазова характеристика для тиску в гідросистемі.

Так як функція $\Phi[2w, \Theta(w)]$, періодична, то максимальне і мінімальне значення моменту визначиться її модулем

$$M_{0 \max}^{\min} = \pm \bar{P} \psi_1 |\Phi| = \pm \bar{P} \cdot \psi_1$$

Таким чином, середній момент M_0 в залежності від характеру навантаження на привід зі сторони породи може бути з додатнім, від'ємним і нульовим значенням.

Складний вид зворотного зв'язку за моментом навантаження на двигун у випадку, коли коефіцієнт зворотного зв'язку $K_0 \equiv 1$, не веде до суттєвих особливостей тільки для дорезонансного режиму в контурі гідроприводу і навантаження.

В зарезонансному режимі через незначущість коефіцієнта в'язкого навантаження α можливе виникнення статичної нестійкості. При відомих параметрах навантаження такі режими легко виявляються по амплітудно-частотній характеристиці гідроприводу. При наявності більш складного зв'язку в контурі приводного двигуна, коли передаточна функція двигуна апроксимується коливальною ланкою, в дорезонансному режимі також не існує особливих режимів. Якщо ж привід працює з частотами, що лежать в зарезонансній області, то можливе виникнення режиму модуляцій. Такий режим виникає в зарезонансній області завжди, коли коливальна система двигуна добротна і в'язкі втрати в навантаженні малі. Зменшення добротності коливальної системи двигуна дозволяє суттєво зменшити модуляцію, а при штучному збільшенні в'язкості навантаження α виключити її повністю. Потрібно відмітити, що режим модуляцій характеризується розв'язкою частот генератора коливань і коливальної системи з навантаженням, що приводить до періодичних змін функції $\Theta(w)$, а відповідно, і вільному обміну енергіями між приводним двигуном і коливальною системою через генератор коливань і редуктор.

На наш погляд, практичний інтерес представляє, можливість використання режиму модуляцій для ефективного переводу приводу на інші частоти, з наступною стабілізацією його на новій частоті. На мал.3 приведений приклад осцилограми режиму модуляцій X_2 для макету електрогідравлічного вібромодуля.

Висновки: Розроблений низькочастотний електрогідравлічний вібраційний модуль на оболонках високого тиску дозволяє проводити вібраційне просвічування землі з амплітудними значеннями зусилля більше 1000т., для вивчення властивостей ґрунтів та їх напружено-деформованого стану. Практичний інтерес представляє можливість використання режиму модуляцій для ефективного переводу приводу на інші частоти, з наступною стабілізацією його на новій частоті.

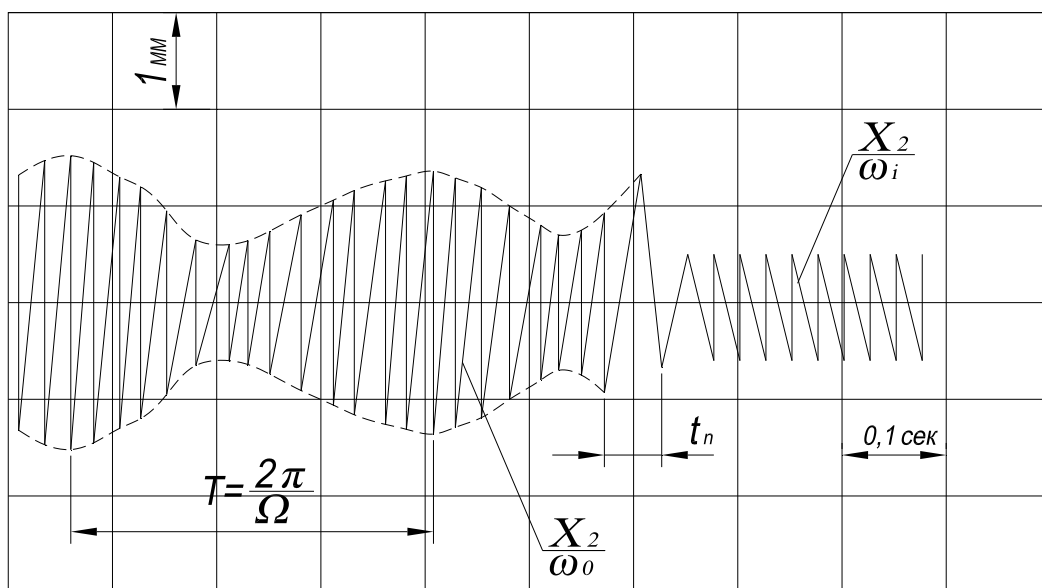


Рис.3. Приклад осцилограми режиму модуляцій.

Тут макет мав наступні параметри: власна частота привода $\Omega = 18$ рад/с. Добротність приводу $d_1 = 16\text{дб}$, власна частота контура навантаження $\omega_0 = 250 \text{ рад/с}$, добротність контура навантаження $d_2 = 21\text{дб}$, задана частота коливань $\omega_i = 270 \text{ рад/с}$.

Перевід на частоту ω_i здійснювався ступінчатою зміною добротності d_2 навантаження.

При цьому час перехідного процесу $t_n \ll \frac{2\pi}{\Omega}$, що підтверджує можливість розробки системи швидкого переведу вібротула на різні частоти і в тому випадку, коли навантаження апроксимується коливальною системою з високою добротністю.

1. Чичинин Н.С. „Частотный метод вибрационного сейсмического зондирования” (Автореферат докторской диссертации), Новосибирск, 1978.
2. Крауиньш П.Я., Кузьмин В.А. „Особенности расчета объемных гидравлических вибраторов с упругими элементами”. В сборнике „Гидропривод и системы управления...”, Новосибирск, 1986.
3. Сомов Д. О., Рудь В.Д., Кузьмін В. А. Дослідження жорсткості і пружних зв'язків виконавчого механізму об'ємного гідроприводу на підтиснених оболонках // Наукові нотатки (Луцький державний технічний університет). – 1996. – С. 136 – 147.
4. Сомов Д. О. Модуль об'ємної пружності оболонок високого тиску з металевим обплетенням // Наукові нотатки (Луцький державний технічний університет). – 1996. – С. 147 – 160.
5. В. О. Кузьмін, Д. О. Сомов, Експериментальний комплекс для дослідження вібраційних процесів при пресуванні порошкових матеріалів // Восточно-европейский журнал передовых технологий. № 5 (17), – С. 41 – 44.