

УДК 62 – 523.3

Сомов Д.О., Сацик В. О., Смолянкін О.О., Грудецький Р.Я.  
Луцький національний технічний університет

## РОЗРАХУНОК ВІБРАЦІЙНИХ МОДУЛІВ НА ОБОЛОНКАХ ВИСОКОГО ТИСКУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Д. О. Сомов, В. О. Сацик, Смолянкін О.О., Грудецький Р.Я. Досліджено режими переходу гідравлічного двигуна через резонанс. Запропоновано використання режиму переключень коливань з координати X на Y і навпаки для створення вібраційних приводів періодичної дії з великим вібротяговим зусиллям за рахунок махового накопичувача енергії. Розроблений експериментальний комплекс може бути використаний як для одностороннього, так і для сухого ізостатичного пресування.

**Ключові слова:** оболонки високого тиску, гідравлічний вібраційний модуль, перехідна характеристика.

Д. А. Сомов, В. А. Сацик, Смолянкін О.О., Грудецький Р.Я. Исследованы режимы перехода гидравлического мотора через резонанс. Предложено использование режима переключения колебаний с координате X на Y и на оборот для создания вибрационных приводов периодического действия с большим вибротяговым усилием за счет махового накопителя энергии. Разработанный экспериментальный комплекс может быть использован как для одностороннего, так и для сухого изостатического прессования.

**Ключеві слова:** оболочки высокого давления, гидравлический вибрационный модуль, переходная характеристика

D. Somov, V. Satsyk, O.Smolyankin, R.Hrudetsky Investigated modes of transition hydraulic motor through resonance. The use of regime switching oscillations with coordinates X to Y and vice versa to create vibration actuators batch vibrotiahovym with great effort by flywheel energy storage. Designed experimental complex can be used for both one-way and dry isostatic pressing.

**Keywords:** membrane under high pressure, hydraulic vibration module, the transient response.

### Постановка проблеми

При коливаннях пружних систем здійснюється розсіювання енергії в зовнішнє середовище, а також в матеріалі пружних елементів і вузлах з'єднання деталей конструкції. Ці втрати є силами непружного опору на подолання яких неперервно і необернено вирачається

Зниження металоемкості конструкцій та одночасне забезпечення заданого ресурсу і надійності є важливими для проектування нових машин та споруд. У сучасних умовах промисловість повинна орієнтуватись на прискорене створення техніки, розробленої на основі найновіших відкриттів та винаходів, на удосконалення технологічних процесів, максимально економлячи вихідну сировину, матеріали, електроенергію, паливо.

Серед багаточисельних факторів, які підвищують ефективність технологічних процесів і машин, є цілеспрямоване використання вібрацій. В сучасній техніці застосовують велику кількість вібраційних машин для різноманітних технологічних операцій. Вібраційна техніка і технологія з кожним роком розширюють галузь свого застосування і займають все міцніші позиції в різних галузях промисловості, будівництва, транспорту, сільського господарства.

Однією з перспективних галузей промисловості, де інтенсивно застосовується вібраційна техніка і технології, є порошкова металургія. Значення порошкової металургії в сучасному промисловому комплексі велике, тому що технологічні прийоми та методи порошкової металургії в деяких випадках – єдиноможливі для створення нових матеріалів із заданими властивостями. Цими методами отримують найбільш тверді, стійкі проти механічного зносу, жароміцні, жаростійкі, хімічно стійкі матеріали, а також матеріали з пористістю, що регулюється. Методами порошкової металургії можна отримати однорідні сплави двох або більш складових, наприклад міді з графітом, заліза з графітом та ін.

Використання вібраційної техніки дозволяє корінним чином вдосконалити традиційні технологічні процеси виробництва деталей з порошків. Застосування вібраційних технологій у масовому та багатосерійному виробництві можливе при наявності спеціального устаткування – високопродуктивного, дешевого, надійного і простого в експлуатації. В умовах ринкової економіки, коли швидко змінюється номенклатура виробів, а об'єм партій незначний, використання спеціального вібропресового обладнання мало ефективно. Більш раціонально проводити модернізації існуючого обладнання шляхом дооснащення його спеціальними вібраційними комплексами.

© Сомов Д.О., Сацик В. О., Смолянкін О.О., Грудецький Р.Я.

Розширене застосування вібраційної технології потребує поглибленого вивчення фізичних закономірностей впливу вібрації на хід технологічних процесів. Вивчення і розвиток процесів віброформування в порошковій металургії відбувається за трьома основними напрямками:

- розробка основ пресування;
- створення нових технологічних процесів;
- вдосконалення традиційних способів пресування шляхом створення нового обладнання та інструменту.

В якості вібраційного приводу застосовуються дебалансні, ексцентрикові, електродинамічні, пневматичні, гідравлічні та інші вібратори. Різновидом вібраційних машин є гідравлічні вібратори з виконавчим механізмом на оболонках високого тиску. Значне поширення гідравлічних приводів у різних галузях машинобудування зумовлюється рядом їх істотних переваг:

- високою питомою потужністю;
- довговічністю;
- плавним регулюванням параметрів вібрацій в широких межах;
- можливістю отримання великих вібротягових зусиль.

Значною мірою використанню гідравлічних вібраторів сприяє широке засвоєння і випуск промисловістю різних гідроагрегатів, які використовуються в гідравлічних вібраторах.

Все більше з'являється різних гідрофікованих машин і агрегатів, а це дає можливість, в разі необхідності, використовувати на цих машинах вібратори з гідравлічним підведенням енергії.

Незважаючи на різноманітність схемних та конструктивних рішень гідравлічних вібраторів, їх застосування обмежено рядом причин. Так, наприклад, велика кількість енергії витрачається гідравлічними вібраторами на непродуктивні опори, не завжди досягаються оптимальні розрахункові режими роботи. Це ставить перед дослідниками ряд завдань, рішення яких буде сприяти більш широкому використанню гідравлічного вібраційного приводу:

- створення нових конструкцій гідравлічних вібраторів та вібраційних модулів;
- вивчення резонансних, перехідних і нестационарних режимів роботи гідравлічних вібраторів;
- вдосконалення методики розрахунку та аналізу динамічної системи привід - вібратор - навантаження.

Тому розробка та дослідження нових конструкцій гідравлічних модулів на оболонках високого тиску для вібраційного пресування порошкових матеріалів є актуальною.

Викладене вище дозволяє сформулювати питання, рішення якої присвячена дана стаття: розробка та дослідження нової конструкції вібраційного модуля з гідравлічним насосом – пульсатором для вібраційного пресування сипких порошкових матеріалів, який дозволяє отримувати якісні заготовки складних та габаритних виробів з пластичних порошкових матеріалів, а також створення наукової та експериментально обґрунтованої методики розрахунку параметрів вібраційного ущільнення.

#### **Вимоги для дослідження вібраційних машин**

При розробці і дослідженні нових вібраційних машин для пресування порошкових матеріалів і нових технологій вібраційного ущільнення необхідно проводити великий об'єм експериментальних досліджень, зокрема:

1. Дослідження статичних і динамічних характеристик гідравлічного вібраційного приводу з отриманням амплітудно-частотних характеристик.
2. Дослідження нелінійних факторів і їх вплив на характеристики вібраційного приводу.
3. Дослідження взаємодії привідного двигуна і коливальної системи.
4. Вивчення нестационарних режимів роботи: розгін, гальмування, поведінка системи при нелінійному законі збудження вібрацій.
5. Дослідження параметричних коливань.
6. Дослідження резонансного коливального контуру вібраційного приводу, як "індикатора" протікання технологічного процесу.
7. Конструкторське опрацювання, створення і випробування нових схем і елементів гідравлічного вібраційного приводу, в тому числі:
  - для складних законів і форм коливань виконавчого органу;
  - для приводів з великими вібротяговими зусиллями;

- випробування на довговічність.

8. Проведення технологічних досліджень по вібраційній абразивній обробці деталей, вібраційному стиранню, вібраційному ущільненню, вібраційному пресуванню і ін.

#### Розробка та визначення режимів роботи експериментального комплексу.

Для проведення таких експериментальних досліджень і випробувань пропонується експериментальний вібраційний комплекс, який включає експериментальний вібраційний стенд, систему керування, контрольно-вимірювальні датчики і прилади (рис. 1).

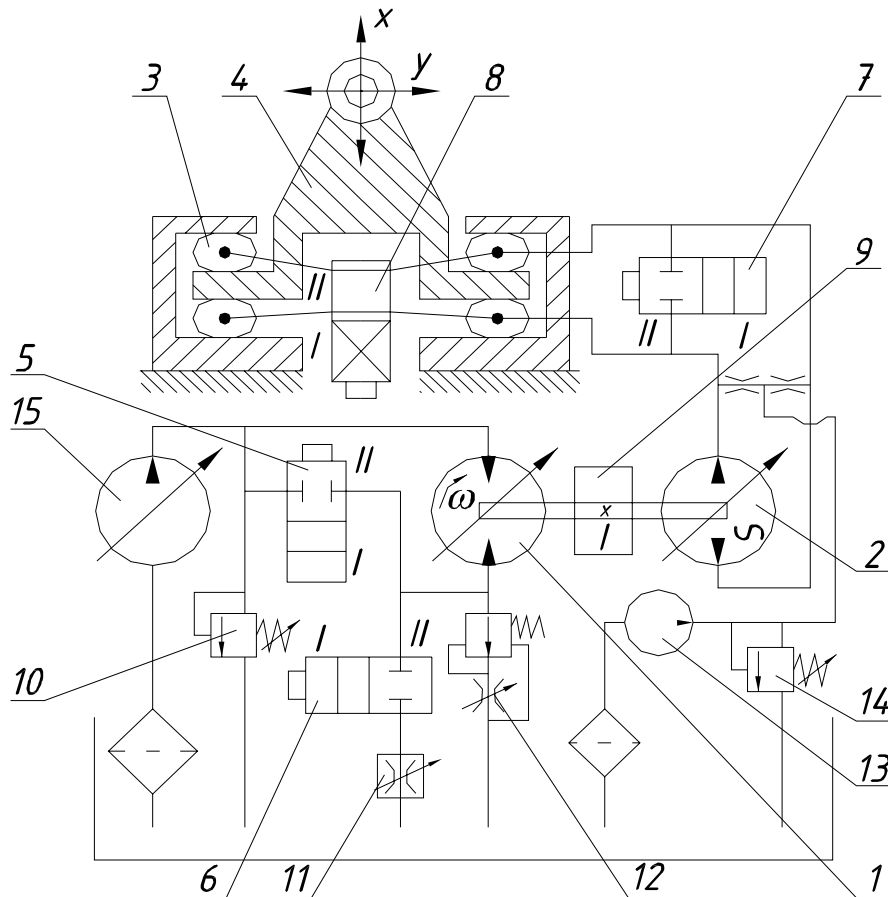


Рис. 1. Схема гідравлічного вібраційного модуля на оболонках високого тиску

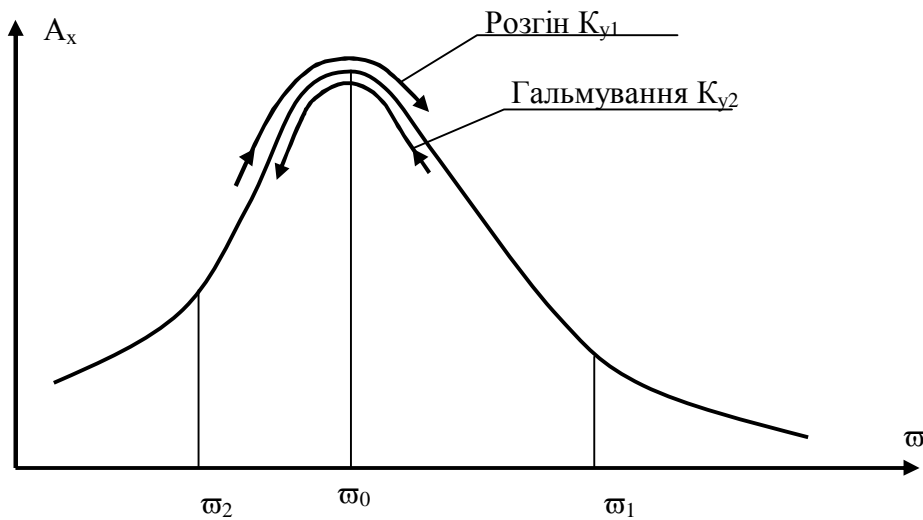
При розгоні гідро двигуна 1 електромагнітні крани (розподільники) 5, 6, 7, 8 (ЕМК 5, 6, 7, 8) включені в позицію II. На зливі гідро двигуна працює підпирний клапан 12, який налагоджений на режим розгону  $K_{y1}$  (коефіцієнт втрат). При досягненні гідро двигуном 15 частоти  $\omega_1$  (рис. 2) спрацьовує датчик швидкості, ЕМК 5, 6 переключається в позицію II. Починається розгін гідро двигуна, а далі цикл автоматично повторюється.

Подібний режим роботи можна забезпечити і по координаті Y. Для цього досить переключити ЕМК 8 у позицію I.

Експериментальна установка дозволяє одержати комбінований режим роботи з переключенням коливальних з координати X на Y і назад (рис. 3). Для цього необхідно в датчику кутової швидкості установити додаткову фіксовану частоту  $\omega_3$ , на якій відбувається переключення ЕМК 8 з позиції I на II при прямому проході через резонанс, і з позиції II на I при зворотному проході. Тут вважаємо, що  $\omega_{0X} > \omega_{0Y}$  ( $\omega_{0X}$  і  $\omega_{0Y}$  – резонансні частоти).

Використання режиму переключень дозволяє створювати вібраційні приводи періодичної дії з великим вібротяговим зусиллям, використовуючи приводний двигун малої потужності і маховий накопичувач енергії. Амплітудно – частотна характеристика такого режиму приведена на рис. 4. При розгоні ПД ЕМК 7 включений у позицію I ( $K_n \rightarrow \infty$ ). Гідропульсатор 2 працює на

холостому ході і ПД розганяє маховик 9 до частоти  $\omega_1$ . На цій частоті ПД переключається на режим гальмування (ЕМК7 включається в поз. II). Виконується зворотній перехід через резонанс.



перемикання з  $K_{y2}$  на  $K_{y1}$       перемикання з  $K_{y1}$  на  $K_{y2}$

Рис. 2. Прохід через резонанс з переключенням  $K_y$  ( $K_{y2} > K_{y1}$ )

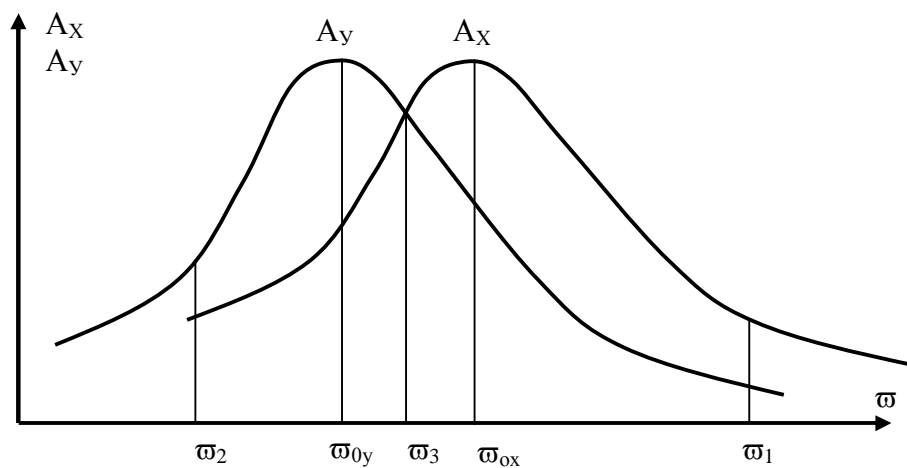


Рис. 3. Режим переходу через резонанс за координатами X та Y

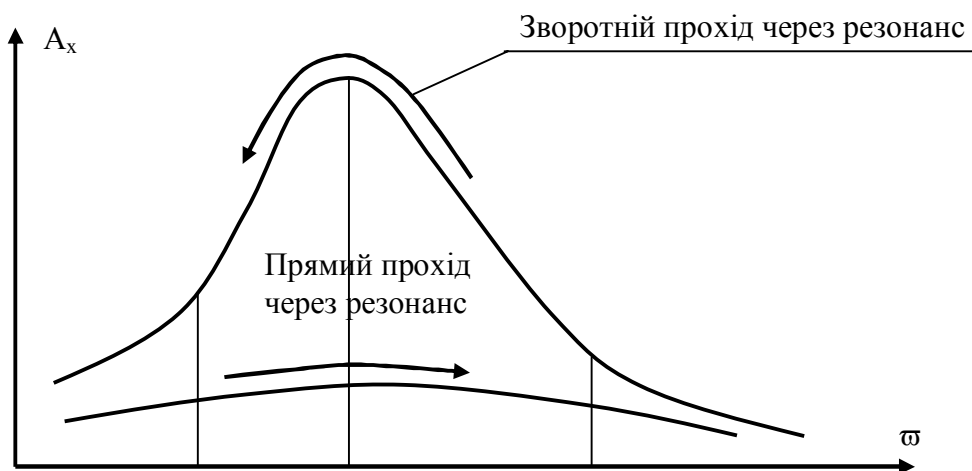


Рис. 4. Вібраційний привід з маховим накопичувачем енергії



Рис. 5. Загальна блок – схема проектування та розрахунку вібраторів на оболонках високого тиску

Загальна методика проектування гідравлічних вібраторів об'ємного регулювання з використанням підтиснених оболонок високого тиску представлена у вигляді блок-схеми на рис. 5.

### 3. Висновки.

1. Розроблено конструктивну схему гідравлічного вібратора для ущільнення порошкових матеріалів, якій дозволять реалізувати просторові коливання прес-форми.

2. Досліджено частотно-амплітудні характеристики вібраційного комплексу на оболонках високого тиску при різноманітних режимах роботи.

3. Розроблено експериментальне і дослідно-виробничне обладнання, систему управління і контролю основними параметрами процесу із застосуванням комп'ютерних технологій.

4. Розроблено інженерну методику проектування вібраційних гідравлічних модулів.

### Список використаних джерел

1. Динамика гидропривода. Колл. Автор. Под ред. В.Н. Прокофьева. М.:Машиностроение, 1972.-292 с.
2. Шаповал В.Н. и др. Вибрационные приводы в металлообработке.-К: Техника, 1983.
3. Иващенко В. В. Исследование некоторых параметров и особенностей вибрационного уплотнения порошковых материалов: Дис. к. т. н. : 0.171. – Киев, 1966. – 223 с.
4. Обертюх Р. Р. Разработка методики проектного расчета и создание новой конструкции вибропресса для прессования металлопорошковых заготовок в капсулах при возвратно-винтовом движении вибростолы: Дис. к. т. н.: 05.03.05. – М., 1986. – с. д. с. п.
5. Шаталова И. Г. и др. Физико – химические основы вибрационного уплотнения порошковых материалов. – М.: Наука. – 1965. – 162 с.

6. Машины вибрационного и виброударного действия / Р. Д. Искович – Лотоцкий, И. Б. Матвеев, В. А. Крат. – К.: Техніка, 1982. – 208 с.
7. Ю. Я. Ткачук. Розробка методу віброформування заготовок з металевих порошків, Автореферат (05. 02. 08) Луцьк. – 1996.
8. Вибрационные стелды для уплотнения порошков /Иващенко В. В., Чагин Д. И., Багман Г. А. И др. // Порошковая металлургия. – 1984. – №12. – с. 86 – 89.
9. Сомов Д. А. Экспериментальная установка для вибропрессования / Международная конференция “Новейшие процессы и материалы в порошковой металлургии”. – Киев. 1997. – с. 156 – 157.
10. Сомов д. О., Рудь В. Д., Ткачук Ю. Я. Автоматизований контроль параметрів при вібраційному формуванні порошкових матеріалів. Наукові нотатки., Луцьк 2001. вип. № 8. с 227 – 233.
11. Смолянки О. А. Автоматизированный комплекс для определения механических характеристик при сложном нагружении. Тези доп. Міжнар. семінару. Реологічні моделі та процеси деформування пористих і композиційних матеріалів. Луцьк. 1997.