

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДИНАМІКИ ВІБРОМАШИН З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ

Вінницький національний технічний університет¹
Національний університет «Львівська політехніка»²

В статті розглядається вживання методів імітаційного моделювання при дослідженні динаміки гідромеханічних систем вібропресів.

ВСТУП

В теперішній час для аналізу динамічної взаємодії технологічного устаткування, інструменту і заготовки при розробці технологічних процесів і виборі устаткування, а також з метою оптимізації цього вибору широко застосовується імітаційне моделювання, в ході якого досліджується не реальний процес, а адекватна йому модель. Виробити алгоритми управління, а також програми для пристроїв ЧПУ і засобів автоматизації, що забезпечують налаштування устаткування на необхідні режими, можна за допомогою динамічних моделей [1]. Динамічне моделювання раціонально виконувати, в першу чергу, для універсальних машин з ЧПУ, вживаних в дрібносерійному і одиничному виробництві, що вимагає їхнього багаторазового переналаштування.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Динамічне моделювання процесів вібропресування порошкових матеріалів на устаткуванні з гідроімпульсним приводом, як правило, виконується на основі загальної теорії гідравлічних ковальсько-штампувальних машин, запропонованої Ю. А. Бочаровим [2]. Це пояснюється тим, що вібропреси з гідроімпульсним приводом класифікуються, як і інші ковальсько-штампувальні машини, на два типи: з постійною подачею (насосно-безаккумуляторний привод, схема підключення генератора імпульсів тиску (ГІТ) – «на виході») і з подачею, що змінюється по певному закону (насосно-аккумуляторний привод, ГІТ – «на вході») [3]. Розроблено теорію для вирішення прикладних інженерних завдань визначення наближених законів руху ланок гідросистеми і оптимізації основних конструктивних параметрів, що впливають на її поведінку. Вибір моделі визначається, головним чином, необхідною точністю аналізу.

Динамічне моделювання вібропресів з гідроімпульсним приводом виконувалося Р. Д. Іскович-Лотоцьким, Р. Р. Обертюхом, О. О. Гуменчуком і І. Б. Матвєєвим [3–5].

Р. Д. Іскович-Лотоцьким запропонована тримасова динамічна модель (станина–заготовка–рухома поперечина), в яку введені демпфери і жорсткості, що імітують зв'язки між цими масами в реальній машині. Вплив приводу в цій моделі представлений збуджувальним зусиллям, що діє на маси станини і заготовки. Описується модель системою нелінійних диференціальних рівнянь, які перетворюються в лінійні і розв'язуються операційним методом перетворень Лапласа [5].

З метою спрощення цієї методики і застосування її для проектного розрахунку було виконано динамічне моделювання систем з гідроімпульсним приводом для схем підключення генератора імпульсів тиску «на вході» і «на виході» на основі двомасових динамічних моделей з урахуванням додаткових допущень:

- сили в'язкого тертя невеликі і не враховуються;
- маса заготовки і рухливої поперечини рухаються, як одне ціле;
- маса станини набагато більша суми мас заготовки і рухливої поперечини і вважається нерухомою;
- збуджувальне зусилля береться постійним і усередненим.

На основі розв'язку відповідно отриманій динамічній моделі системи двох диференціальних рівнянь, складових математичної моделі, розроблено методику проектного розрахунку вібромашин. Динамічне моделювання вібромашин з поворотного-гвинтовим рухом виконавчої ланки було виконане Р. Р. Обертюхом [3].

Динамічна модель є багатомасовою системою і вміщує поряд з масами ланок машини і заготовки, також маси робочої рідини і запірних елементів ГІТ. Під час побудови моделі робоча рідина представлена «пружною зосередженою моделлю», приведення мас і жорсткостей, а також

облік сил демпфування і сухого тертя виконано за рекомендаціями в загальній теорії гідравлічних ковальсько-штампувальних машин [2]. Порівнянням відносних величин приведених мас і їх переміщень багатомасова модель перетворена в простішу семимасову, аналіз якої був виконаний шляхом складання приватних динамічних моделей, що описують кожен з дев'яти етапів технологічного циклу. При цьому математичною моделлю вібропреса є сукупність диференціальних рівнянь руху мас на всіх етапах технологічного циклу. Вирішується ця система методом припасування чисельною інтеграцією, але вимагає великих витрат машинного часу, а також складання і налаштування складних програм. Тому, аналізуючи співвідношення величин сил, що діють на ланки системи, зроблено додаткові припущення і отримано тримасову динамічну модель для першої половини технологічного циклу (прямий хід) і шість одномасових моделей для другої половини (зворотній хід). Відповідає цим динамічним моделям математична модель, що містить дві системи, – три і чотири-диференціальних рівнянь і чотири незалежних диференціальних рівняння, які розв'язуються аналітично [3].

Аналіз процесу інерційного навантаження проведений Р. Д. Іскович-Лотоцьким на основі безінерційної пружно-в'язко-пластичної моделі заготовки [4], а при моделюванні машинної системи також використовувалася «пружна зосереджена» модель рідини з приведенням мас і жорсткостей за методикою [2]. Складена таким чином багатомасова динамічна модель може бути описана системою вісімнадцяти диференціальних рівнянь, що обумовлює складність її розв'язання. Тому, аналізуючи співвідношення мас, модель спрощується і розбивається на такі, що описують різні етапи роботи преса: при відключеному приводі, робочий хід, перехідні процеси. Аналіз цих динамічних моделей ведеться складанням і розв'язанням відповідних математичних моделей.

В даний час для розв'язання систем диференціальних рівнянь або прямого математичного моделювання, застосовуються комп'ютери, перевагою яких є універсальність, а складність програмування компенсується створенням для них проблемно-орієнтованих умов моделювання динамічних систем з використанням принципів і символіки мови програмування обчислювальних машин, що дозволяє програмувати достатньо просто. Так, розроблений програмний комплекс дозволяє аналізувати динаміку машинних систем шляхом складання із електричних елементів еквівалентних схем, які відображають такі структурні особливості, як спосіб зв'язку елементів один з одним, а також фізичну сутність окремих елементів. Основними принципами побудови еквівалентних схем є:

- а) еквівалентна схема складається з безлічі гілок і вузлів;
- б) кожна гілка відноситься до одного з п'яти типів: ємність, індуктивність, резистор, джерело напруги, джерело струму;
- в) кожна гілка описується компонентним рівнянням, яке вміщує фазові змінні – ємність, індуктивність, силу струму та ін.;
- г) кожному вузлу відповідає певне значення фазової змінної, а з'єднання гілок у вузол повинне відображати взаємодію елементів в системі.

Системи аналогій між сенсом фазових змінних в структурних і, складених для них, еквівалентних електричних схемах можуть бути різними. Наприклад: сила струму і напруга; сила і швидкість в поступальній системі; сила і деформація в механічній пружній системі; обертовий момент і кутова швидкість в механічній обертовій системі; потік (або витрата) і тиск в гідравлічній системі.

Для вібропресів з гідроімпульсним приводом застосування цього методу ускладнюється необхідністю складання автономних еквівалентних схем дій механічної і гідравлічної підсистем, що значно збільшує трудомісткість, крім того, в рівняннях, що описують ці системи повинні входити і загальні для них фазові змінні. Взаємодія підсистем враховується при складанні еквівалентних схем включенням додаткових гілок, що більш ускладнює розрахункову схему. Тому, більш дієвим є аналіз динаміки вібропресів з гідроімпульсним приводом, виконаний на основі згадуваної теорії з виконанням комп'ютерних розрахунків.

ВИСНОВКИ

Таким чином, при аналізі динаміки вібропресів з гідроімпульсним приводом прослідковується тенденція, окрім загальноприйнятих для гідравлічних ковальсько-штампувальних машин припущень [2], з метою спрощення аналізу розглядати технологічний цикл машини поетапно, складаючи для кожного з етапів прості динамічні моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бочаров Ю. А. Гибкие автоматизированные системы в кузнечно-штамповочном производстве / Ю. А. Бочаров // Итоги науки и техники. ВИНТИ АН СССР, 1987. – 220 с.
2. Бочаров Ю. А. Основы общей теории гидравлических кузнечно-штамповочных машин / Ю. А. Бочаров // Машины и технология обработки металлов давлением : труды МВТУ. – М., 1980. – № 335. – С. 32–39.
3. Обертюх Р. Р. Разработка методики проектного расчета и создание новой конструкции вибропресса для прессования металлопорошковых заготовок в капсулах при возвратно-винтовом движении вибростола : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.05 / Обертюх Роман Романович. – М., 1986. – 243 с.
4. Искович-Лотоцкий Р. Д. Основы теории расчета и разработка процессов и оборудования для виброударного прессования заготовок из порошковых материалов : дис. ... док. техн. наук : 05.03.05 / Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич. – М., 1987. – 424 с.
5. Искович-Лотоцкий Р. Д. Машины вибрационного и виброударного действия / Р. Д. Искович-Лотоцкий. – К. :Техника, 1982. – 208 с.

REFERENCES

1. Bocharov Yu. A. Flexible CASS in kuznechno-stamping proizvodstve / Yu. A. Bocharov // Itogi scitechs. VINITI AN the USSR, 1987. – 220 s. (Rus)
2. Bocharov Yu. A. Bases of general theory hydraulic blacksmith-stamping mashin / Yu. A. Bocharov // Mashiny and technology of treatment of metals pressure : trudy MVTU. M., 1980. – № 335. – S. 32–39. (Rus)
3. Obertyuh R. R. Development of method of project calculation and creation of new construction the vibropress for pressing of metallo-powder-like purveyances in capsules at recurrent-spiral motion of vibrostola : dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.03.05 / Obertyuh Roman Romanovich. – M., 1986. – 243 s. (Rus)
4. Iskovich-Lotockiy R. D. Bases of theory of calculation and development of processes and equipment for the vibroshock pressing of purveyances from powder-like materials : dis. dok. tekhn. Nauk : 05.03.05 / Iskovich-Lotockiy Rostislav Dmitreevich. – M., 1987. – 424 s. (Rus)
5. Iskovich-Lotockiy R. D. Machines of oscillation and vibroshock action / R. D. Iskovich-Lotockiy. – K. :Tekhnika, 1982. – 208 s. (Rus)

О. П. Терещенко¹, Є. О. Терещенко²

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДИНАМІКИ ВІБРОМАШИН З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ

Вінницький національний технічний університет¹
Національний університет «Львівська політехніка»²

В статті розглядається використання методів імітаційного моделювання при дослідженні динаміки гідромеханічних систем вібропресів.

Об'єкт дослідження – динамічні моделі вібропресів з гідроімпульсним приводом.

Мета роботи – розробка загального підходу до побудови динамічних і математичних моделей машин з гідроімпульсним приводом.

Результатом проведених досліджень є наступне, що доцільно під час проведення аналізу динаміки вібропресів з гідроімпульсним приводом крім загальноприйнятих для гідралічних ковальсько-штампувальних машин припущень, з метою спрощення аналізу, розглядати технологічний цикл машини поетапно, складаючи для кожного з етапів прості динамічні моделі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ПРИВОД, ВІБРОПРЕСИ.

Терещенко Олександр Петрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри безпеки життєдіяльності ВНТУ, e-mail: atereschenko@yandex.ru, тел. +380503523201, Україна, 21021, м. Вінниця, пр. Космонавтів, 29, кв.4.

Терещенко Єлизавета Олександрівна, Національний університет «Львівська політехніка», студентка інституту інженерної механіки та транспорту НУ «Львівська політехніка», e-mail: lizatereschenko@mail.ru, тел. +380961951066, Україна, 79013, м. Львів, вул. акад. Лазоренка, 42.

О. Р. Терешенко¹, Е. О. Терешенко²

**IMITATION DESIGN AT RESEARCH OF DYNAMICS OF
VIBROMACHINES WITH HYDROIMPULSIVE DRIVE**

Vinnitsia National Technical University¹
National University «Lviv Politechnics»²

In the article the use of simulation techniques is examined at research of dynamics of the gidromekhanichnikh systems of vibropresses.

A research object is dynamic models of vibropresses with a gidroimpul'snim drive.

A purpose of work is development of the general going near the construction of dynamic and mathematical models of machines with a gidroimpul'snim drive.

The result of the conducted researches is a conclusion that expediently during the leadthrough of analysis of dynamics of vibropresses with a gidroimpul'snim drive, - except for the assumptions generally accepted for hydraulic blacksmith-punching machines, with the purpose of simplification of analysis, to examine the technological cycle of machine stage-by-stage, making simple dynamic models for each of the stages.

KEYWORDS: IMITATION DESIGN, DYNAMIC MODELS, HYDROIMPULSIVE DRIVE, VIBROPRESSES.

Tereshhenko Oleksandr P., Candidate of Science (Engineering), Vinnitsia national technical university, associate professor department of safety vital functions VNTU, e-mail: atereschenko@yandex.ru, tel. +380503523201, Ukraine, 21021, Vinnitsia, pr. Kosmonavtiv, 29, 4.

Tereshhenko Jelyzaveta O., National University «Lvivska Politehnika», student of the Institute of Mechanical Engineering and Transport NU «Lvivska Politehnika», e-mail: lizatereschenko@mail.ru, tel. +380961951066, Ukraine, 79013, Lviv, 42 akad. Lazorenko St.

А. П. Терещенко¹, Е. А. Терещенко²

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИКИ
ВИБРОМАШИН С ГИДРОИМПУЛЬСНЫМ ПРИВОДОМ**

Винницкий национальный технический университет¹
Национальный университет «Львовская политехника»²

В статье рассматривается употребление методов имитационного моделирования при исследовании динамики гидромеханических систем вибропрессов.

Объект исследования – динамические модели вибропрессов с гидроимпульсным приводом.

Цель работы – разработка общего подхода к построению динамических и математических моделей машин с гидроимпульсным приводом.

Результатом проведенных исследований является вывод о том, что целесообразно во время проведения анализа динамики вибропрессов с гидроимпульсным приводом, кроме общепринятых для гидравлических кузнечно-штамповальных машин допущений, с целью упрощения анализа, рассматривать технологический цикл машины поэтапно, составляя для каждого из этапов простые динамические модели.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ГИДРОИМПУЛЬСНЫЙ ПРИВОД, ВИБРОПРЕССЫ.

Терещенко Александр Петрович, кандидат технических наук, Винницкий национальный технический университет, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ВНТУ, e-mail: atereschenko@yandex.ru, тел. +380503523201, Украина, 21021, г. Винница, пр. Космонавтов, 29, кв.4.

Терещенко Елизавета Александровна, Национальный университет «Львовская политехника», студентка института инженерной механики и транспорта НУ «Львовская политехника», e-mail: lizatereschenko@mail.ru, тел. +380961951066, Украина, 79013, г. Львов, ул. акад. Лазоренко 42.