Іскович-Лотоцький Р. Д.¹ УДК 510.5:621Веселовська Н. Р.²Зелінська О. В.²Веселовський Я. П.¹¹Вінницький національний
технічний університет²Вінницький національний
аграрний університетIskovych-Lototskyu R. D.¹Veselovska N. R.²Zelinska O. V.²Veselovsky Y. P.¹¹Vinnitsia National
Technical University²Vinnitsia National
Agrarian University

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ІНЕРЦІЙНОГО ВІБРОПРЕС- МОЛОТА З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ

Розглянутий інерційний вібропрес-молот з гідроімпульсним приводом. Загальний аналіз робіт з вібраційного та віброударного пресування дозволив виділити основні робочі режими пресування.

Конструктивне виконання моделі інерційного вібропрес-молота та опис її параметрів дає можливість вибору різних режимів інерційного навантаження під час відпрацювання технологічних процесів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів способом віброударного пресування, що дозволяє оцінити ефективність їхнього застосування.

Робочий режим інерційного вібропрес-молота в процесі віброударного пресування можна охарактеризувати сукупністю механічних параметрів перехідних процесів, які виникають в робочій рідині ГП і при взаємодії рухомих ланок ІВГМ в результаті періодичного спрацьовування віброзбуджувача.

Ключові слова: вібропресові машини, гідроімпульсний привід, ефективність, робочі режими пресування, віброударне пресування.

Вступ. Експлуатація інерційних вібропрес-молотів (ІВГМ), створених за результатами досліджень авторів [1,2], показала придатність даного обладнання при здійсненні пресування заготовок складної конфігурації та потребує дослідження для підвищення ефективності формоутворення заготовок порошкових матеріалів та виділення основних робочих режимів.

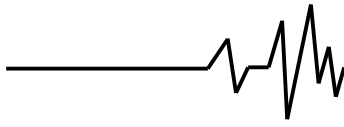
На основі дослідження закономірностей віброударного пресування для кожного типу порошкового матеріалу можна вказати найефективніший основний режим ВУП, а для конкретного зразка із заданого матеріалу – найраціональніше співвідношення величин енергії, при яких він досягає максимальної середньої щільності в разі мінімальної відносної нерівнощільності за об'ємом і відсутності на його поверхні ознак пере і недопресувань.

В зв'язку з цим задача формоутворення заготовок порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [1] сформовано основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування. В зазначених роботах [1-4] даються основні напрямки досліджень в питаннях формоутворення заготовок, визначені проблеми формоутворення заготовок порошкових матеріалів.

Мета досліджень. Метою даного дослідження є інерційний вібропрес-молот та дослідження основних робочих режимів для підвищення ефективності формоутворення заготовок з порошкових матеріалів.

Результати досліджень. Конструктивне виконання моделі ІВГМ та опис її параметрів дає можливість вибору різних режимів інерційного навантаження під час відпрацювання технологічних процесів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів способом ВУП, що дозволяє оцінити ефективність їхнього застосування.



Робочий режим ІВГМ в процесі ВУП можна охарактеризувати сукупністю механічних параметрів перехідних процесів, які виникають в робочій рідині ГП і при взаємодії рухомих ланок ІВГМ в результаті періодичного спрацювання вібробуджувача [5].

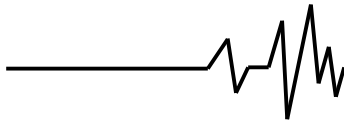
Можливі співвідношення цих параметрів були встановлені на лабораторних вібропресах ІВГМ-1,5 [2] та ІВГМ-5Л [2]. Враховувались такі механічні параметри: переміщення робочого столу; переміщення рухомої поперечини; зусилля навантаження заготовки з боку інерційного вантажу; тиск в порожнині одноциклового гідроакумулятора; тиск в порожнині привідного гідроциліндра. Різний характер навантаження заготовки на ІВГМ-5Л забезпечувався збільшенням або зменшенням мас змінних інерційних вантажів, використанням додаткового статичного притискання, зміною подачі насоса і тиску налаштування спрацювання вібробуджувача ГП. Дослідження робочих режимів ІВГМ проводилося для постійної умовної жорсткості заготовки, досягнутої після завершення процесу її формоутворення. Характер навантаження заготовки було описано у вигляді періодичного процесу з постійними амплітудними значеннями зусиль і спрощено задачу аналізу робочих режимів ІВГМ [2].

Відмітною ознакою для виділених робочих режимів є характер зміни зусилля навантаження заготовки, що визначається умовами взаємодії робочого столу з рухомою поперечною. На ІВГМ реалізуються робочі режими, для яких навантаження заготовки відбувається практично двічі під дією одного імпульсу примусового тиску [2]. Перше навантаження відбувається одночасно з дією примусового імпульсу при спільному переміщенні робочого столу і рухомої поперечини до моменту відриву останньої від заготовки, а друге – при ударі рухомої поперечини об заготовку після завершення незалежного переміщення. Причому, між першим і другим навантаженнями заготовка знаходиться в розвантаженому стані. Між рухомою поперечною і заготовкою можуть виникати згасаючі ударні взаємодії після другого навантаження, амплітудні значення яких залежать від маси рухомої поперечини з інерційним вантажем та кінцевої щільності заготовки, досягнутої в результаті її пресування. Зі збільшенням частоти проходження імпульсів тиску і маси змінних інерційних вантажів можна забезпечити навантаження заготовки на зустрічному ході робочого столу й інерційного вантажу. Даний

робочий режим можливий за умови, що закінчення незалежного переміщення рухомої поперечини відбувається протягом часу переміщення вгору робочого столу, викликаного імпульсом тиску. Характер зміни зусилля на заготовці визначався тривалістю взаємодії з нею робочого столу і рухомої поперечини при їх спільному переміщенні після зіткнення. На іншому відрізку часу до моменту наступної взаємодії заготовка знаходиться у розвантаженому стані. Використання додаткового статичного притискання істотно впливає на характер зміни зусилля навантаження заготовки [2]. У початковий момент заготовка навантажена зусиллям P_{cm} , а момент початку імпульсу тиску зусилля на заготовці збільшується до $F_{3,max} > P_{cm}$, а потім зменшується до $F_{3,min} < P_{cm}$ і знову набуває значення P_{cm} . Таке навантаження відповідає спільному (безвідривному) переміщенню рухомої поперечини і робочого столу, при якому можна нехтувати розвантаженим станом заготовки ($F_3 = 0$).

Дослідження робочих режимів при підключенні до приводного гідроциліндра ІВГМ-5Л вібробуджувача за схемою «на виході» проводилося за методикою запропонованою для ІВГМ із вібробуджувачем «на вході» [2]. Перехідні процеси в робочій рідині ГП у зв'язку з відсутністю гідроакумулятора в даній схемі підключення розглядалися за допомогою одного механічного параметра, який характеризує тиск у порожнині гідроциліндра.

Періодичність зміни тиску в порожнині гідроциліндра визначається тиском p_1 налаштування спрацювання вібробуджувача і тиском p_2 його закриття. Зі збільшенням тиску до p_0 , при якому долаються сили стаціонарного опору, починає переміщуватися робочий стіл. Його переміщення відбувається у результаті імпульсної зміни тиску в порожнині гідроциліндра – падіння тиску від p_1 до p_2 в результаті спрацювання запірної елементи вібробуджувача. Для малих робочих ходів столу можливе падіння тиску до $p = p_{cl}$, оскільки в цьому випадку за час t_p надлишок рідини, що визначає перепад $p_2 - p_{cl}$, встигає перетекти в зливний бак до закриття запірної елементи. При спільному переміщенні вгору столу з заготовкою та рухомої поперечини відбувається навантаження заготовки імпульсами сили. Після досягнення столом крайнього верхнього положення рухома поперечина продовжує незалежно переміщення. Даний відрізок часу характеризується розвантаженим станом заготовки за винятком моменту повернення



столу у вихідне положення, який супроводжується ударним імпульсом сили. Аналогічним ударним імпульсом супроводжується повернення у вихідне положення рухомої поперечини.

Практичний інтерес дає можливість створення на базі таких ІВГМ високочастотних вібраційних установок. Аналіз робочих режимів ІВГМ із різними схемами підключення вібробудувача показав, що в процесі ВУП дані режими однозначно визначаються характером зміни зусилля навантаження заготовки і можуть бути показані за аналогією з режимами інерційного навантаження. Робочий режим ІВГМ, що забезпечує умови силового впливу на заготовку, близький до віброударного інерційного навантаження, є найрозповсюдженішим. Він дозволяє впливати на заготовку двома послідовно створюваними короткочасними імпульсами сил (в результаті її взаємодії з верхньою поперечиною) протягом одного періоду зміни зовнішньої примусової сили, причому в проміжках часу між дією даних імпульсів заготовка може знаходитись у розвантаженому стані. Для позначення описаного основного робочого режиму ІВГМ у процесі ВУП [6] була введена аббревіатура ВУП-I.

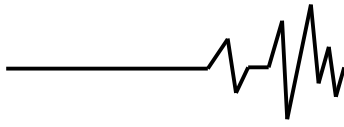
Режим ІВГМ, що забезпечує навантаження заготовки на зустрічному ході столу й рухомої поперечини ударним імпульсом сили з подальшою витримкою її в розвантаженому стані, відповідний умовам ударного режиму інерційного навантаження [7]. За аналогією з попереднім режимом класифікацією даний робочий режим отримав позначення ВУП-II. Для нього характерним є навантаження заготовки через рівні проміжки часу, кратні періоду виникнення в порожнині гідроциліндра примусових імпульсів тиску рідини. Робочий режим ІВГМ, що забезпечує одноразове навантаження заготовки короткочасним імпульсом сили при безвідривному від заготовки переміщенні рухомої поперечини, подібний вібраційному режиму інерційного навантаження. В цьому режимі, який отримав позначення ВУП-III, навантаження заготовки відбувається в момент виникнення в порожнині гідроциліндра примусового імпульсу тиску рідини і супроводжується повним або частковим розвантаженням, але витримка заготовки в розвантаженому стані відсутня. Введення розглянутої класифікації основних робочих режимів ІВГМ обумовлено різною ефективністю формоутворення ідентичних заготовок при їхньому використанні (відмінами щільності, нерівнощільності і т. д.), відміченою при

попередніх експериментальних дослідженнях способів ВУП на ІВГМ для постійних параметрів ГП і змінних параметрів інерційного навантаження. Наявність класифікації значно спрощує розв'язання задач оптимізації процесів ВУП, особливо на першому етапі їх розробки, оскільки дозволяє обмежити ділянку пошуку оптимальних розв'язків [8].

Висновки. На основі дослідження закономірностей віброударного пресування для кожного типу порошкового матеріалу вказали найефективніший основний режим ВУП, а для конкретного зразка із заданого матеріалу – найраціональніше співвідношення величин енергії, при яких він досягає максимальної середньої щільності в разі мінімальної відносної нерівнощільності за об'ємом і відсутності на його поверхні ознак пере і недопресувань.

Список використаних джерел

1. Разработка и исследование вибрационного импульсного пресса для формообразования заготовок порошковой металлургии : отчет НИР / Винницкий политехнический институт. Руководитель И. Б. Матвеев. – № ГР76026910 ; Инв № Б491804. – Винница, 1976. – 122 с.: ил. – Отв. исполн. Р. Д. Искович-Лотоцкий.
2. Искович-Лотоцкий Р. Д. Основы теории расчета та разработка процессов и оборудования для виброударного пресования : монография / Р. Д. Искович-Лотоцкий – Винница : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2006. – 338 с.
3. Искович-Лотоцкий Р. Д. Машины вибрационного и виброударного действия / Р. Д. Искович-Лотоцкий, И. В. Матвеев, В. А. Крат. – Киев : Техніка, 1982. – 208 с.
4. Волошин-Челпан Э. К. Определение оптимальных режимов вибрационного формования / Э. К. Волошин-Челпан, Г. Н. Петров // Тр. Всесоюз. научно-техн., конф. по металлокерамическим материалам и изделиям. – Ереван, 1973. – С. 105–108.
5. А. с. 429877 SSSR, М. Кл. V21j 9/06. Hydravlycheskyi ynertsyonnyi vybropress / Y. V. Matveev, R. D. Yskovych-Lototskyi, V. A. Pyshenyin (SSSR). – № 1793622/25-27; zaiavleno 31.05.72; opubl. 30.05.74, Biul. № 20. – 2 s.
6. Yvashchenko V. V. Vliyanye ynertsyonnoho nahruzheniya na protsess vybratsyonnoho uplotneniya poroshkovykh materialov / V. V. Yvashchenko // Poroshkovaia metallurhiya. – 1972. – № 5. – С. 18 – 21
7. Yskovych-Lototskyi R. D. Pidvyshchennia efektyvnosti funktsionuvannia



vibropressa z hidroimpul'snym pryvodom / R. D. Iskovych-Lototskyi, N. R. Veselovska, O. V. Zelinska // Vseukrainskyi NTZh «Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh». – 2015. – № 2(78). – С. 75–79.

8. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // East European Journal of advanced technologies. Issue 1/1 (85) – 2017. – С. 9–17.

Список джерел в транслітерації

1. Razrabotka y yssledovanye vybratsyonnoho ympul'snoho pressa dlia formoobrazovaniya zahotovok poroshkovoi metallurhyy : otchet NYR / Vynnytskyi polytekhnicheskyy ynstytut. Rukovodytel Y. B. Matveev. – № HR76026910; Ynv № B491804. – Vynnytsya, 1976. – 122 s.: yl. – Otv. yspoln. R. D. Yskovych-Lototskyi.

2. Iskovych-Lototskyi R. D. Osnovy teorii rozrakhunku ta rozrobka protsesiv i obladnannia dlia vibroudarnoho presuvannia : monohrafiia / R. D. Iskovych-Lototskyi – Vinnytsia : UNIVERSUM–Vinnytsia, 2006. – 338 s.

3. Yskovych-Lototskyi R. D. Mashyny vybratsyonnoho y vibroudarnoho deistviya / R. D. Yskovych-Lototskyi, Y. V. Matveev, V. A. Krat. – Kyev : Tekhnika, 1982. – 208 s

4. Voloshyn-Chelpan Э. К. Opredelenye optimalnykh rezhymov vybratsyonnoho formovaniya / Э. К. Voloshyn-Chelpan, Н. N. Petrov // Tr. Vsesoiuz. nauchno-tekhn., konf. po metallokeramicheskim materialam y yzdeliyam. – Erevan, 1973. – S. 105–108.

5. A. s. 429877 SSSR, M. Kl. V21j 9/06. Hydravlycheskyy unertsyonnyy vibropress / Y. V. Matveev, R. D. Yskovych-Lototskyi, V. A. Pysheyn (SSSR). – № 1793622/25-27; zayavleno 31.05.72 ; opubl. 30.05.74, Byul. № 20. – 2 s.

6. Yvashchenko V. V. Vlyyanye unertsyonnoho nahruzheniya na protsess vybratsyonnoho uplotneniya poroshkovykh materialov / V. V. Yvashchenko // Poroshkovaya metallurhiya. – 1972. – № 5. – S. 18 – 21

7. Iskovych-Lototskyi R. D. Pidvyshchennya efektyvnosti funktsionuvannya vibropresa z hidroimpul'snym pryvodom / R. D. Iskovych-Lototskyi, N. R. Veselovska, O. V. Zelinska // Vseukrainskyi NTZh «Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh». – 2015. – № 2(78). – С. 75–79.

8. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk,

N. Veselovska // East European Journal of advanced technologies. Issue 1/1 (85) – 2017. – С. 9–17.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ РАБОЧИХ РЕЖИМОВ ИНЕРЦИОННОГО ВИБРОПРЕСС-МОЛОТА С ГИДРОИМПУЛЬСНЫМ ПРИВОДОМ

Аннотация. Рассмотрен инерционный вибропресс-молот с гидроимпульсным приводом. Общий анализ работ по вибрационному и виброударному прессованию позволил выделить основные рабочие режимы прессования. Конструктивное исполнение модели инерционного вибропресс-молота и описание его параметров дает возможность выбора различных режимов инерционной нагрузки во время отработки технологических процессов формообразования заготовок из порошковых материалов способом вибро-ударного прессования, что позволяет оценить эффективность их применения. Рабочий режим инерционного вибропресс-молота в процессе виброударного прессования можно охарактеризовать совокупностью механических параметров переходных процессов, которые возникают в рабочей жидкости ГИП и при взаимодействии подвижных звеньев ИВМ в результате периодического срабатывания вибропресса.

Ключевые слова: вибропресс-молот, гидроимпульсный привод, эффективность, рабочие режимы прессования, прессования виброударное.

INERTIAL VIBROPRESS-HAMMER WITH HYDRO-DRIVE MAIN WORKING MODES RESEARCH

Annotation. The inertial vibrating hammer with hydro-impulse drive. General analysis of the works on vibration and vibro-compaction was allowed to select the main operating modes pressing. The design of the model inertial vibrating hammer, and a description of its parameters gives the possibility to select the different modes inertial load during testing of technological processes of forming of blanks from powder materials by the method of vibro-impact extrusion, which allows to evaluate the effectiveness of their application. Operating mode inertial vibrating hammer in the process of vibro compaction can be described by a set of mechanical parameters of transient processes that occur in the working fluid, the ISU and the interaction of the moving parts ITM as a result of periodic operation vposledsvii.

Key words: vpopov machine, pulse drive, the efficiency, the operating modes of pressing, pressing vibrodie.