

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КУТА ЗМІЩЕННЯ КРИВОШИПІВ НА ДИНАМІКУ РОЛИКОВОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ДИСИПАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕКУПЕРАЦІЙНОГО ПРИВІДНОГО МЕХАНІЗМУ

Ловейкін В.С.¹, д.т.н., проф.; Почка К.І.², к.т.н., доц.;
Ромасевич Ю.О.¹, д.т.н., доц.

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Київський національний університет будівництва і архітектури

Процес безвібраційного роликового формування залізобетонних виробів всебічно вивчений і описаний в багатьох джерелах. В існуючих теоретичних та експериментальних дослідженнях машин роликового формування залізобетонних виробів обґрунтовано їхні конструктивні параметри та продуктивність. Разом з тим недостатньо уваги приділено дослідженню діючим динамічним навантаженням та режимам руху, що в значній мірі впливає на роботу установки та на якість готової продукції. Під час постійних пускогальмівних режимів руху виникають значні динамічні навантаження в елементах привідного механізму та в елементах формувального візка, що може призвести до передчасного виходу установки з ладу. Тому актуальною є задача дослідження динамічних навантажень в елементах установки. В роботах [1-3] визначались навантаження в елементах роликових формувальних установок, однак при цьому не було враховано коефіцієнт дисипації привідного механізму.

Роликова формувальна установка з рекупераційним приводом (рис. 1) [2] складається з двох формувальних візків, розташованих паралельно між собою з однієї сторони привідного валу, що приводяться в зворотно-поступальний рух від одного приводу, до складу якого входять два кривошипно-повзунні механізми, кривошипи яких жорстко закріплені на одному приводному валу та зміщені між собою на кут $\pi/2$.

Кожний з формувальних візків 1 та 2 змонтовані на порталі 8 і здійснюють зворотно-поступальний рух в напрямках 9 над порожниною форми 10. Формувальний візок 1 складається з подавального бункера 11 та з співвісних секцій укочувальних роликів 12. Таку ж конструкцію має й інший візок. Візки 1 і 2 з розподільними бункерами приводяться в зворотно-поступальний рух за допомогою приводу, виконаного у вигляді двох кривошипно-повзунних механізмів, кривошипи 5 та 6 яких жорстко закріплені на одному приводному валу 7 і зміщені між собою на кут

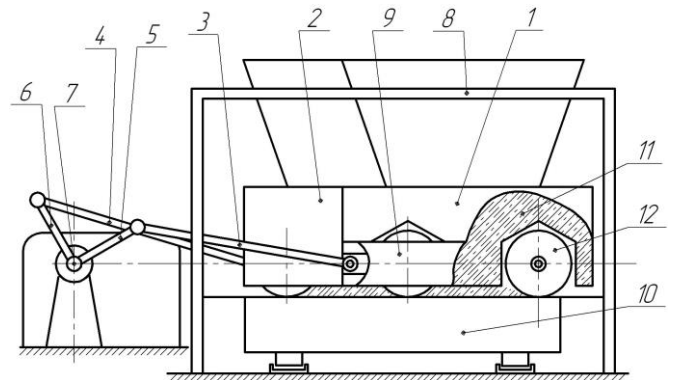


Рис. 1. Роликова формувальна установка з рекупераційним приводом

$\Delta\varphi = \pi/2$. Шатуни 3 та 4 шарнірно з'єднані з формувальними візками 1 та 2, а іншими кінцями з'єднуються з кривошипними 5 та 6.

Під час роботи роlikової формувальної установки з рекупераційним привідним механізмом в елементах передавального механізму від електродвигуна до кривошипа виникають значні динамічні навантаження, які призводять до передчасного руйнування елементів конструкції приводу. Для дослідження цих навантажень використано двомасову динамічну модель роlikової формувальної установки (рис. 2) [4]. В цій моделі прийняті такі позначення: M_{i1} – рушійний момент на валу привідного електродвигуна зведений до осі повороту кривошипів; M_{i2} – момент від сил опору переміщенню формувальних візків з уковувальними роliками, зведений до осі повороту кривошипів; J_{i1} – зведений до осі повороту кривошипів момент інерції ротора електродвигуна та елементів привідного механізму; J_{i2} – зведений до осі повороту кривошипів момент інерції формувальних візків та кривошипно-шатунних механізмів; $\tilde{n}$ – коефіцієнт жорсткості привідного механізму зведений до осі повороту кривошипів; φ_1 та φ_2 – узагальнені координати зведених мас J_{i1} та J_{i2} відповідно.

В результаті числового експерименту для роlikової формувальної установки з рекупераційним привідним механізмом визначено значення жорсткості привідного механізму, зведеної до осі обертання кривошипів, за якого спостерігаються мінімальні навантаження у муфтах привідного механізму.

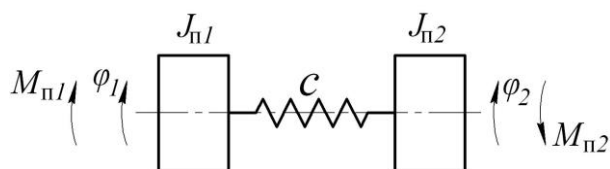


Рис. 2. Динамічна модель роlikової формувальної установки

В результаті проведених досліджень розраховано функції зміни реакцій напрямних роликів, зусилля в шатунах та моменту сил опору переміщенню формувальних візків. Проаналізовано залежність крутного моменту у муфті приводу від величини коефіцієнта дисипації. Для роlikової формувальної установки з рекупераційним привідним механізмом запропоновано рекомендовану величину коефіцієнта дисипації.

Проаналізовано вплив кута зміщення кривошипів на динаміку роlikової формувальної установки з рекупераційним привідним механізмом. Встановлено, що мінімальні значення відхилень динамічної складової пружного моменту у муфті, відхилення різниць кутових координат, кутових швидкостей та кутових прискорень спостерігаються при значеннях кута зміщення кривошипів приводу близьких до $\Delta\varphi = 90^\circ$.

Результати роботи можуть в подальшому бути корисними для уточнення та удосконалення існуючих інженерних методів розрахунку привідних механізмів машин роlikового формування як на стадіях проектування/конструювання, так і в режимах реальної експлуатації.

Список використаних джерел:

1. Ловейкін В.С. Визначення навантажень в елементах роlikових формувальних установок. / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 88 – С. 15-20.

2. Почка К.І. Розробка та аналіз роlikової формувальної установки з рекупераційним приводом: Автореф. дис. канд. наук. / К.І. Почка. – К.: КНУБА. – 2008. – 24 с.
3. Ловеїкін В.С. Дослідження навантажень в елементах роlikової формувальної установки з врівноваженим приводом. / В.С. Ловеїкін, К.І. Почка // Збірник «Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні». – НУ «Львівська політехніка», 2015. – Вип. 49. – С. 73-79.
4. Ловеїкін В.С. Динамічний аналіз роlikової формувальної установки із врахуванням дисипативних властивостей рекупераційного приводного механізму. / В.С. Ловеїкін, К.І. Почка, Ю.О. Ромасевич // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2018. – Вип. 282. – С. 44-61.
5. Ловеїкін В.С. Аналіз дослідження навантажень в елементах роlikових формувальних установок з різними приводними механізмами / В.С. Ловеїкін, К.І. Почка // Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія «Динаміка, міцність та проектування машин і приладів». – Львів, 2015. – № 820. – С. 76-84.
6. Ловеїкін В.С. Аналіз нерівномірності руху приводних механізмів машин роlikового формування / В.С. Ловеїкін, К.І. Почка // Техніка будівництва. – 2013. – № 30. – С. 23-32.
7. Ловеїкін В.С., Почка К.І., Ромасевич Ю.О., Почка О.Б. Динамічний аналіз роlikової формувальної установки з кривошипно-шатунним привідним механізмом // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2019. – № 102. – С. 91-108. – DOI: 10.32347/2410-2547.2019.102.91-108.
8. Ловеїкін В. С., Почка К. І. Динамічний аналіз роlikової формувальної установки з рекупераційним приводом. Динаміка, міцність і надійність с.-г машин: Пр. І міжнар. наук.-техн.конф. (DSR AM-I). (Тернопіль, 4-7 жовт. 2004). Тернопіль, 2004. С. 507–514.
9. Ловеїкін В. С., Почка К. І. Результати експериментальних досліджень режимів руху роlikової формувальної установки з рекупераційним приводом. Вісн. Харк. нац. ун-ту сільськ. госп-ва ім. П. Василенка. 2007. Т 1. № 59. С. 465-474.
10. Loveikin, V. S., Pochka, K. I. Synthesis of camshaft driving mechanism in roller molding installation with combined motion mode according to acceleration of third order. Science & Technique. 2017. No. 16 (3). 206-214. DOI: 10.21122/2227-1031-2017-16-3-206-214.
11. Loveykin V., Pochka K. Realization of optimum mode of movement of roller forming installation on acceleration of fourth order. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9, No. 2. P. 19-26. doi.org/10.31548/me2018.02.019.
12. Ловеїкін В. С., Почка К. І. Визначення оптимального значення кута зміщення кривошипів роlikової формувальної установки з рекупераційним приводом. Автоматизація вироб. процесів у машинобуд. та приладобуд. НУ «Львівська політехніка». 2007. № 41. С. 127-134.
13. Ловеїкін В. С., Почка К. І., Шевченко Т. В. Аналіз динамічного режиму руху роlikової формувальної установки з керованим гідропроводом. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. Краматорськ: ДДМА, 2005. № 1. С. 149-154.
14. Ловеїкін В. С., Почка К.І. Визначення навантажень в елементах роlikової формувальної установки. Теорія і практика будівництва. 2007. № 3. С. 19-23.
15. Ловеїкін В. С., Почка К. І. Дослідження динамічних навантажень в елементах роlikових формувальних установок. Vznik moderni vedecke – 2012. Materialy VIII

mezinarodni vedecko-prakticka conference– Dil. 18. Technicke vedy. Moderni informacni technologie: Praha. Publishing House “Education and Science” s.r.o. P. 20-25.

16. Ловейкін В. С., Почка К. І. Обґрунтування параметрів енергетично врівноваженого приводу роlikової формувальної установки. Техніка будівництва. 2014. № 32. С. 25-32.

17. Ловейкін В. С., Почка К. І. Аналіз нерівномірності руху роlikової формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом. Вібрації в техніці та технологіях. 2010. № 4 (60). С. 20-29.

18. Ловейкін В. С., Ковбаса В. П., Почка К. І. Динамічний аналіз роlikової формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2010. Вип. 144, ч. 5. С. 338-344.

19. Ловейкін В.С., Почка К.І. Динамічна оптимізація машин роlikового формування. Монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2016. 240 с. ISBN 978-966-929-251-3.

20. Ловейкін В.С., Почка К.І. Силовий аналіз роlikової формувальної установки з рекупераційним приводом. Техніка будівництва. 2003. № 14. С. 27-37.

21. Loveikin V. S., Pochka K. I., Romasevych Yu. O. Modeling Roller Forming Unit Dynamic Analysis with Energy Balanced Drive Dissipative Properties Taken into Account. Проблеми машинобудування. 2018. Т. 21, № 2. С. 32-44.

22. Ловейкін В. С., Почка К. І., Ромасевич Ю. О., Ловейкін Ю. В. Динамічний аналіз роlikової формувальної установки з урахуванням дисипативних властивостей врівноваженого приводного механізму. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9, No. 3. P. 45-58. doi.org/10.31548/me2018.03.045.

23. Ловейкін В.С., Почка К.І. Динамічна оптимізація кулачкового приводу машин роlikового формування. Монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2016. 177 с. ISBN 978-966-929-197-4.

24. Ловейкін В.С., Почка К.І. Аналіз руху роlikової формувальної установки з врівноваженим приводом. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. № 27. 2004. С. 95-101.

25. Ловейкін В.С., Почка К.І. Порівняльний аналіз нерівномірності руху роlikової формувальної установки з механічним та рекупераційним приводом. Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування) Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. 2005. № 16. С. 126-130.

26. Ловейкін В.С., Почка К.І. Вплив кута зміщення кривошипів на нерівномірність руху роlikової формувальної установки з рекупераційним приводом. Техніка будівництва. 2006. № 18. С. 12-22.