

УДК 621.73

В.Р. Пасіка

Українська академія друкарства

**УДОСКОНАЛЕННЯ ГОЛОВНОГО МЕХАНІЗМУ
КРИВОШИПНИХ ПРЕСІВ**

Розглядаються результати аналізу кривошипних пресів з програмованою змінною довжини кривошипа. Показано, що в такому випадку можна змінювати максимальну швидкість штампування при збереженні частоти обертання кривошипа. Перерозподіл часу фази розбігу і вибігу дозволяє збільшити силу штампування.

Кривошипні преси, змінна довжина кривошипа

У машинах-автоматах важливим є питання співвідношення робочого і неробочого циклів. Чим менша частина кінематичного циклу відведена на неробочі рухи, тим більша продуктивність машини. Внести суттєві корективи у вихідні важільні механізми для перерозподілу співвідношення між робочою і неробочою частинами кінематичного циклу неможливо.

У більшості конструкцій головного виконавчого механізму кривошипних пресів використовують кривошипно-повзунні механізми (КПМ). Найчастіше розглядають аксіальні механізми. Деякі операції штампування (витяжка, чистова вирубка, холодне об'ємне штампування, витискування тощо) накладають обмеження на максимальну швидкість повзуна в період робочого ходу. Тому доводиться обмежувати число ходів преса, що, очевидно, зменшує їх продуктивність. Деякі автори за рахунок дезаксіального КПМ зменшують час холостого або робочого ходу і тим самим підвищують продуктивність преса [3]. Однак заміна центрального КПМ дезаксіальним призводить до підвищення тиску повзуна на напрямну, збільшення сил тертя в напрямних і, як наслідок, зношення стичних поверхонь. При гарячому об'ємному штампуванні, навпаки, час контакту інструмента з нагрітим металом повинен бути мінімальним. Через те швидкість повзуна на робочому ходу необхідно збільшувати. Отже, зміна швидкості повзуна на стадії штампування без зміни частоти обертання кривошипа є актуальною проблемою, яку за допомогою відомого кривошипно-повзунного механізму вирішити не можна.

Для збільшення сили штампування в кривошипних пресах використовують сили інерції, які на стадії вибігу мають такий самий напрям, що й переміщення повзуна. Однак підвищити пришвидшення повзуна у відомих пресах можна лише при збільшенні частоти обертання кривошипа, що не завжди допустимо з різних причин. При збільшенні частоти обертання кривошипа зростають пришвидшення як на початку робочого ходу, так і наприкінці його в момент штампування (що є позитивним). Зростання пришвидшення на почат-

ку робочого ходу викликає м'які удари, які при збільшенні частоти обертання також зростають. Тому збільшувати силу штампування за рахунок зростання частоти обертання кривошипа можна лише до певних меж. Закон руху повзуна є сталою інваріантною характеристикою для робочого і неробочого ходу. Для збільшення сили штампування слід змінити ці характеристики таким чином, щоб збільшити час неробочого ходу (піднімання повзуна догори), а час опускання зменшити. До того ж, доцільно, щоб на робочому ходу на стадії розбігу закон руху повзуна був циклоїдним, а на стадії вибігу – гармонійним. Це ж стосується і тигельних пресів, побудованих на механізмі шарнірного чотириланковика і призначених для тиснення в поліграфічному виробництві. Забезпечити такі характеристики вихідними важільними механізмами зі сталими геометричними параметрами неможливо. Збільшення пришвидшення повзуна на стадії штампування без зростання частоти обертання кривошипа є важливою проблемою, вирішення якої дозволить при незмінній частоті обертання кривошипа зменшити до нуля м'які удари на початку робочого ходу і значно збільшити силу штампування, що спричинить зменшення потужності приводу.

Проведені теоретичні дослідження дають змогу удосконалити кривошипно-повзунний механізм пресів для холодного та гарячого об'ємного штампування і, не змінюючи частоти обертання кривошипа, зменшити або збільшити максимальну швидкість повзуна на стадії штампування. Це досягається комбінованим аксіальним КПМ зі змінною довжиною умовного кривошипа [1] (рис. 1), зміна довжини якого забезпечується нерухомим кулачком (на рис. 1 не показано).

При роботі механізму розглядають наступні кути. Кут φ_{02} – це кут початку процесу штампування. На куті повороту кривошипа $\varphi_{шт}$ відбувається штампування. Для комбінованого КПМ додатково розглядають ще два характерних положення кривошипа: положення A_1 , в якому починається зміна довжини кривошипа і положення A_4 , де ця зміна завершується. На ділянках $A_0 A_1$ і $A_4 A_0$ довжина кривошипа дорівнює довжині кривошипа вихідного механізму. Очевидно, що при збільшенні довжини кривошипа на стадії штампування зростатиме і швидкість повзуна, а при зменшенні довжини кривошипа вона спадатиме. Характерною особливістю таких комбінованих механізмів при значних силах корисного опору є те, що на ділянці штампування $A_2 A_3$ довжина кривошипа стала і комбінований механізм перетворюється у вихідний КПМ зі збільшеною довжиною кривошипа. Зміна довжини кривошипа на ділянках $A_1 A_2$ і $A_3 A_4$ необхідна лише для плавного переходу від меншого до більшого радіуса кривошипа або навпаки.

На рис. 2 показані траєкторії зміни довжини кривошипа аксіального комбінованого механізму, які забезпечують збільшення (рис. 2,а) або зменшення (рис. 2,б) швидкості повзуна на стадії робочого ходу при таких параметрах: початкова довжина кривошипа – $\lambda_1 = 1$, довжина шатуна – $\lambda_2 = 8$, кути $\varphi_{01} = 0^\circ$, $\varphi_{02} = 110^\circ$, $\varphi_{шт} = 20^\circ$, $\varphi_{04} = 240^\circ$. Для збільшення швидкості штампування прийнято довжину кривошипа на стадії штампування на 15% більшою, а для зменшення швидкості – на 15% меншою від початкової довжини кривошипа.

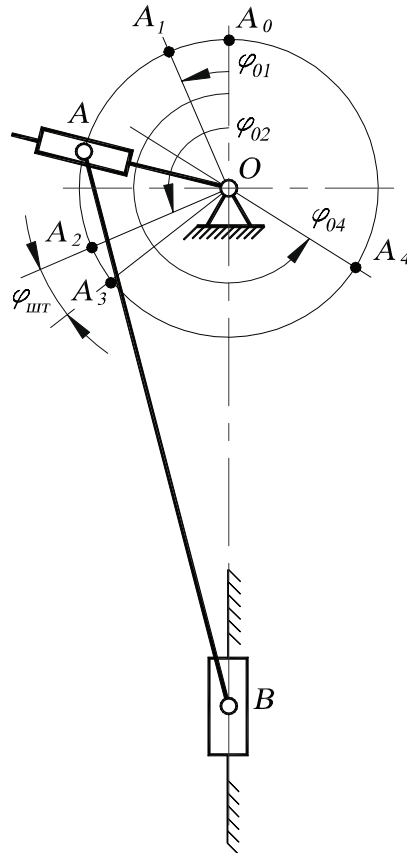


Рис. 1. Комбінований кривошипно-повзунний механізм кривошипних пресів

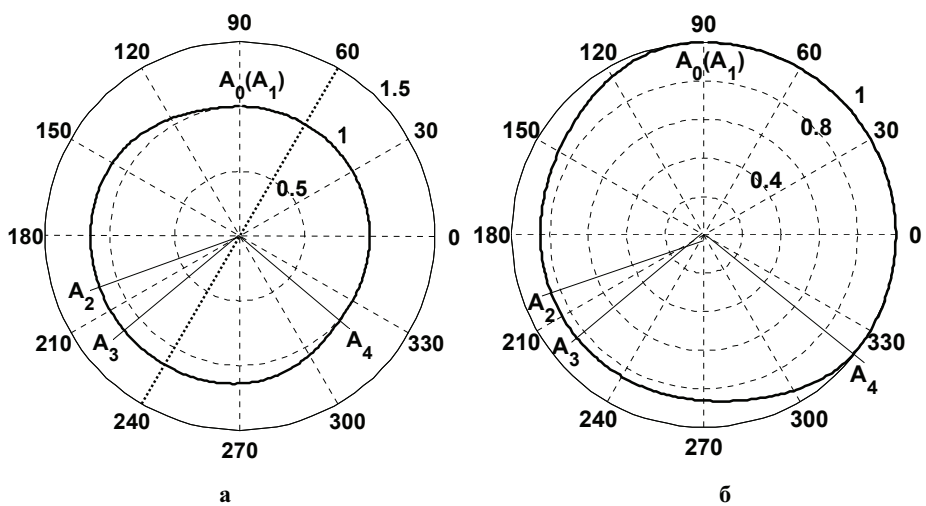


Рис. 2. Зміна довжини кривошипа комбінованих кривошипно-повзунних механізмів при збільшенні (а) і зменшенні (б) швидкості штампування

На рис. 3 графічно окреслено швидкості повзуна вихідного і комбінованого КПМ при збільшенні (рис. 3,а) і зменшенні (рис. 3,б) швидкості штампування. Максимальна швидкість повзуна при збільшенні швидкості штампування зростає з 0,9205 до 1,076 (рис. 3,а), а при зменшенні – скоротилася з 0,9205 до 0,7819 (рис. 3,б). Зміна довжини кривошипа на 15% зумовлює зміну швидкості штампування приблизно на 15–17%.

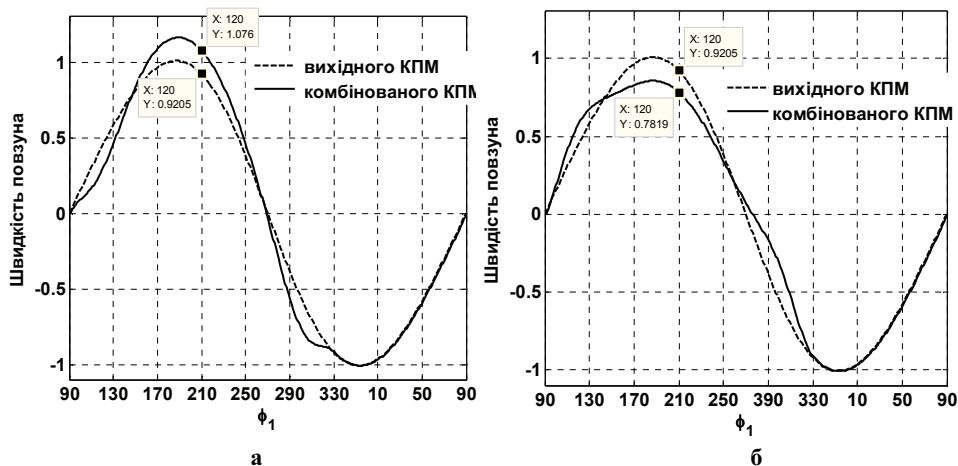


Рис. 3. Швидкість повзуна механізму кривошипних пресів вихідного і комбінованого КПМ зі змінною довжиною кривошипа для збільшення (а) і зменшення (б) швидкості штампування

Комбіновані КПМ зі змінною довжиною кривошипа здатні забезпечити значне зростання сили штампування за рахунок вибору раціонального закону руху повзуна. Для вихідного КПМ закони руху повзуна на стадіях розбігу і вибігу якісно подібні (рис. 4,а). Тут пришвидшення повзуна на стадії вибігу повільно спадає протягом майже половини ходу повзуна. Для комбінованого КПМ закон руху повзуна можна синтезувати за комбінованим законом [2], де розбіг відбуватиметься за циклоїдним законом, а вибіг – за гармонійним (рис. 4,б). Більше того, час розбігу повзуна можна збільшити. Такий закон забезпечує на початку руху нульове пришвидшення повзуна і повільне наростання швидкості до максимального значення, після чого відбувається різке падіння, яке викликає стрімке зростання (за модулем) пришвидшення.

Таким чином, застосування комбінованого КПМ як головного виконавчого механізму в штампувальних пресах дозволяє: змінювати швидкість штампування без зміни частоти обертання кривошипа; позбутися м'яких ударів на початку стадії розбігу; за рахунок можливості синтезувати заданий комбінований закон руху повзуна значно збільшити силу штампування при конкретній потужності приводу.

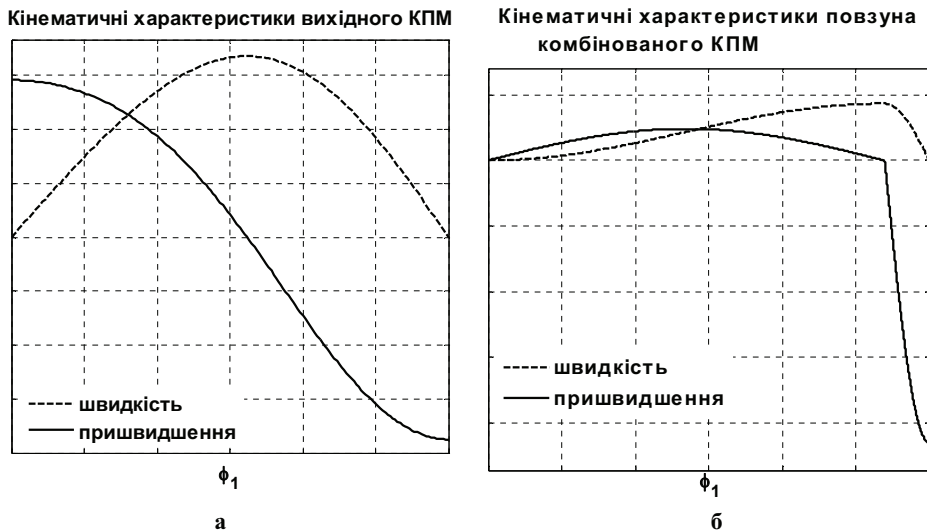


Рис. 4. Кінематичні характеристики повзуна для вихідного (а) і комбінованого кривошипно-повзунного механізму

1. Явтушенко О.В. Кінематичні характеристики дезаксіального кривошипно-повзунного механізму кривошипних пресів // О.В. Явтушенко, А.В. Глебенко, О.А. Калантаєва // Вісн. КДПУ імені Михайла Остроградського. –2009. –Вип. 6(59). –Ч. 1. –С. 94–98. 2. Деклар. пат. 71732 А України. 7 F16F15/22. Кривошипно-повзунний механізм / Полюдов О.М., Пасіка В.Р.; № 20031110092; заявл. 10.11.03; опубл. 15.12.04, Бюл. №12, 2004. 3. Пасіка В.Р. Геометричний синтез кривошипно-повзунних механізмів за заданим переміщенням повзуна / В.Р. Пасіка, О.М. Полюдов // Наук. вісн.: зб. наук.-техн. пр. –Львів:УкрДЛТУ. –2002. –Вип.12.8. –С.174–179.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЛАВНОГО МЕХАНИЗМА КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ

Рассматриваются результаты анализа кривошипных прессов с программированным изменением длины кривошипа. Показано, что в таких случаях можно изменять максимальную скорость штампования при сохранении частоты вращения кривошипа. Перераспределение времени фаз разбега и выбега дает возможность увеличить силу штампования.

IMPROVEMENT OF MAIN MECHANISM OF CRANK-TYPE PRESSES

The results of analysis of crank-type presses with changing length of crank are examined. It is shown that in such case it is possible to change maximum speed of punching at maintenance of frequency of rotation of crank. The redistribution of time of phase of running approach and braking allows increasing force of punching.

Стаття надійшла 25.01.2013

УДК 004.942

Н.С. Гургаль, В.Б. Репета, В.М. Сеньківський

Українська академія друкарства

**БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ
ВУЗЬКОРУЛОННОГО УФ-ФЛЕКСОГРАФІЧНОГО ДРУКУ**

Розв'язано задачу вибору альтернативи з урахуванням критеріїв впливу на процес вузькорулонного УФ-флексграфічного друку.

Множина Парето, функція корисності, нечітке відношення переваги, матриця попарних порівнянь

Для дослідження операцій і технологічних процесів широко застосовується метод аналізу ієрархій Т. Сааті [4], який дозволяє вирішити задачі багатокритеріального вибору альтернатив. У дослідженні [2], згідно з цією методикою, проведено оптимізацію моделі критеріїв процесу вузькорулонного УФ-флексграфічного друку (ВФД), а в роботі [3] визначено альтернативи ВФД за методикою нечіткого відношення переваги [1]. Для перевірки адекватності розв'язання задачі проведемо визначення альтернативи за методикою багатокритеріальної теорії корисності [4].

Для обмеження кількості альтернатив з множини критеріїв згідно з методикою Парето вибираємо важливі критерії, тобто ті, які мають суттєво більші вагові значення. Багатокритеріальний вибір альтернативи побудовано на основі методу лінійного згортання критеріїв, суть якого полягає в лінійному об'єднанні усіх часткових цільових функціоналів $f_1, f_2, f_3, \dots, f_m$ в один:

$$F(w, x) = \sum_{i=1}^m w_i f_i(x) \rightarrow \max_{x \in D}; \quad w \in W, \quad (1)$$

$$\text{де } W = \left\{ w = (w_1, \dots, w_m)^T; w_i > 0; \sum_{i=1}^m w_i = 1 \right\}.$$

Згідно з теоремою багатокритеріальної теорії корисності, якщо критерії незалежні за корисністю та перевагою, існує функція корисності

$$U(x) = \sum_{i=1}^m w_i u_i(y_i), \quad (2)$$

де $U(x)$ – багатокритеріальна функція корисності ($0 \leq U(x) \leq 1$) альтернативи x ; $u_i(y_i)$ – функція корисності i -го критерію ($0 \leq u_i(y_i) \leq 1$); y_i – значення альтернативи x за i -м критерієм; w_i – вага i -го критерію, причому

$$0 < w_i < 1, \quad \sum_{i=1}^m w_i = 1. \quad (3)$$