

УДК 621.774.35

Данченко В. М.
Вишинський В. Т.
Добров І. В.
Сьомічев А. В.

ОПОРНИЙ МЕХАНІЗМ РОБОЧОЇ КЛІТІ СТАНІВ ХОЛОДНОЇ ПІЛЬГЕРНОЇ ПРОКАТКИ ТРУБ

Стани холодної пільгерної прокатки вітчизняного та зарубіжного виробництв містять у своєму складі кривошипно-повзунний механізм приводу робочої кліті. Наявність такого приводу спричиняє появу значних навантажень, і як наслідок, інтенсивне зношення опорних брусків та направляючих [1, 2]. З появою зазорів зношення зростає. Тому, стани таких конструкцій потребують багато часу на заміну опорних брусків під робочу кліть.

В процесі роботи станів шатун змінює своє положення відносно напрямку прокатки, що призводить до нерівномірного зношення опорних та направляючих брусків. Це, в свою чергу, стає причиною виникнення значних сил в елементах приводу робочої кліті та негативно впливає на якість готової продукції. Недоліком опорних брусків та направляючих при виробництві труб для кілець підшипників є періодична їх заміна кожні 5 днів.

Відомі стрижневі механізми приводу робочої кліті: інверсор Гарта, механізм Еванса, прямолю Ліпкина-Посельє, конхондний механізм. Також відомо використання опорного механізму робочої кліті у вигляді чотирьохланкового прямолиного механізму (прямолю Чебишева) (рис. 1, а) [2]. Цей механізм забезпечує рух робочої кліті на довжині ходу по кривій з максимальним відхилом від прямої лінії на величину 1,2 мм. Однак, для потреб виробництва високоточних труб цього недостатньо. Тому, необхідно розробити механізм, який за своїми характеристиками забезпечив виробництво якісних труб.

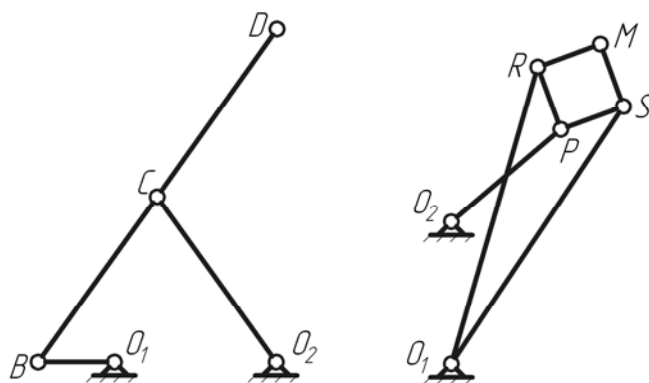


Рис. 1. Схеми прямолю Чебишева (а) та прямолю Ліпкина-Посельє (б)

Мета роботи полягає у створенні працездатного опорного механізму робочої кліті станів холодної пільгерної прокатки для виробництва труб з підвищеними вимогами до точності.

Результати досліджень. Найбільш простий з механізмів, що забезпечують рух робочої кліті за прямою, є восьмиланковий механізм Ліпкина-Посельє (рис. 1, б). Механізм складається з кривошипу, коромислів та шатунів. Ланки механізму пов'язані між собою за допомогою кінематичних пар першого роду [3, 4].

В результаті математичного моделювання роботи такого механізму встановлені розміри ланок, що забезпечують необхідну довжину ходу робочої кліті. Аналіз роботи механізму також показав, що такий механізм більш компактний, ніж прямолю Чебишева. Відстань між точками O_1 і D для прямолю Чебишева складає 700 мм. Відстань між точками O_1 і M для прямолю Ліпкина-Посельє складає 310 мм. При переобладнанні такий механізм легше розмістити в межах

площадки для існуючих станів холодної пільгерної прокатки труб (ХПТ). Зі збільшенням довжини ходу робочої кліті розміри прямила Чебишева зростають значно більше, ніж розміри прямила Ліпкина-Посельє. Збільшення розмірів прямила Чебишева ускладнює використання цього механізму для станів ХПТ більших типорозмірів.

Опорні механізми можуть бути поєднані з кривошипно-шатунним приводом робочої кліті [5]. Поєднання цього приводу з прямилом Чебишева або прямилом Ліпкина-Посельє покращує пускову характеристику головного приводу. При застосуванні прямила Чебишева у якості опорного точка D поєднується з робочою кліттю станів ХПТ. Необхідно встановлювати три таких механізми під робочою кліттю. Якщо прямило Ліпкина-Посельє застосовувати якості опорного механізму, то місцем поєднання робочої кліті і такого механізму є точка M . Також необхідно встановлювати три таких механізми.

Необхідно забезпечити побудову структурно-оптимального механізму. Це досягається тим, що ланки кожного прямила Чебишева поєднані між собою і зі станиною за допомогою сферичних шарнірів. Один з шарнірів дозволяє замість трьох два незалежних обертання. Шарнір, що поєднує опорний механізм зі станиною є шарніром-повзуном, що виконаний у вигляді сферичного підшипника, зовнішня обойма якого може рухатись відносно корпусу кліті, а напрямком її пересування перетинає лінію центрів інших шарнірів. Під час роботи із-за недоліків виготовлення та монтажу можливі зміщення деталей одна відносно іншої. Однак це не призводить до виникнення додаткових сил ні процесі зборки ні в процесі роботи стана ХПТ тому, що ланки механізму поєднані за допомогою сферичних шарнірів.

Визначені реакції в кінематичних парах обох механізмів при роботі з таким приводом. Для кожного з механізмів знайдені кінематичні пари, в яких сили реакцій найбільші. Розрахунок проведено для стана ХПТ-55.

Для прямила Чебишева встановлено, що найбільші значення сил реакцій при кількості подвійних ходів за хвилину 60 для кінематичних пар O_2 і C становлять 38 кН. Мінімального значення сили реакції досягають для кінематичної пари D – 18 кН. На рис. 2 приведені графіки зміни сил реакції в опорі O_2 . Як видно, найбільшого значення сила реакції набуває під час знаходження робочої кліті в кінці зворотного ходу.

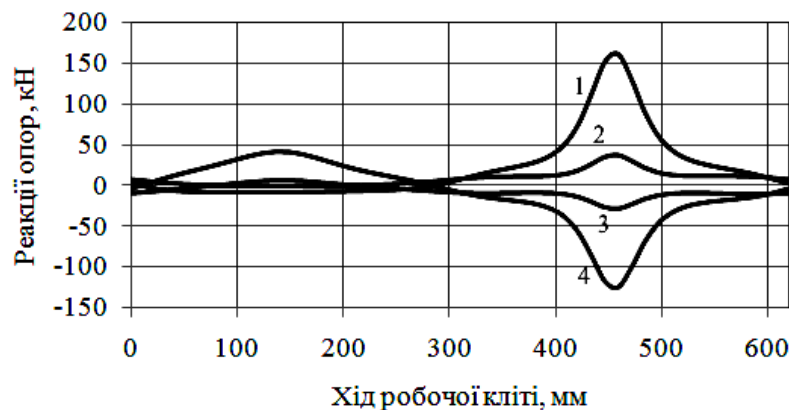


Рис. 2. Зміна сил реакцій в кінематичній парі O_2 прямила Чебишева вздовж ходу робочої кліті стану ХПТ-55 (1, 2 – вздовж вісі x ; 3, 4 – вздовж вісі y ; 1, 4 – кількість подвійних ходів робочої кліті за хвилину 120; 2, 3 – кількість подвійних ходів робочої кліті за хвилину 60)

Також можна відмітити стрімке зростання сили, що негативно впливає на роботу підшипників в цих місцях. В кінематичних парах O_1 і B максимальне значення сил реакції складає 20 кН.

Аналогічні дослідження проведені і для прямила Ліпкина-Посельє при кількості подвійних ходів робочої кліті за хвилину 60. Дослідження показали, що максимальне значення сил реакцій складає 34 кН (кінематична пара R , що поєднує ланки O_1R і RP), що менше за показники прямила Чебишева (рис. 2).

Крім цього, можна зазначити, що для прямої Чебишева вздовж вісей x та y сила реакції становить 38 кН, а для прямої Ліпкина-Поселєє вздовж вісі x та y – 34 кН (рис. 3), що також менше, ніж для прямої Чебишева.

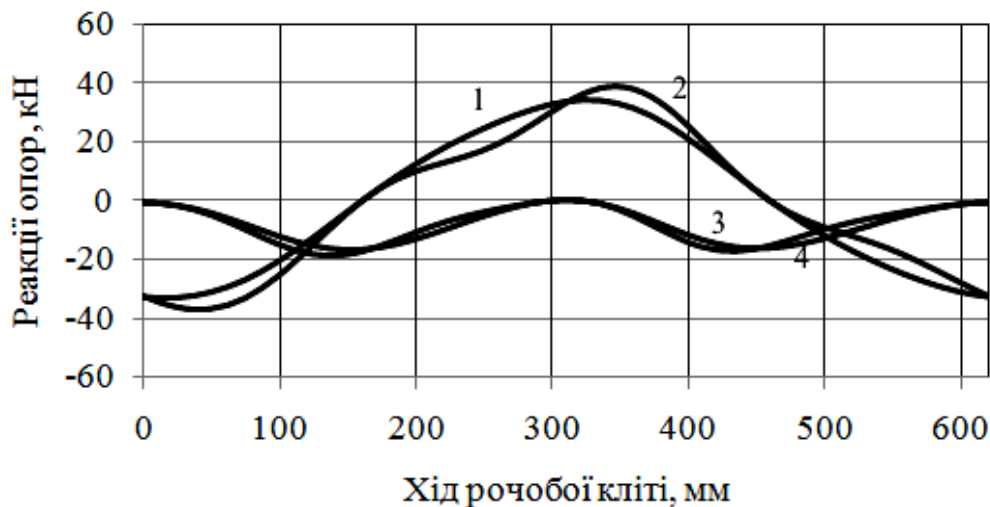


Рис. 3. Зміна сил реакцій в кінематичній парі R (поєднує ланки O_1R і RP) прямої Ліпкина-Поселєє вздовж ходу робочої кліти стану ХПТ-55 (1, 2 – вздовж вісі x ; 3, 4 – вздовж вісі y ; 2, 4 – кількість подвійних ходів робочої кліти за хвилину 120; 1, 3 – кількість подвійних ходів робочої кліти за хвилину 60)

В інших кінематичних парах прямої Ліпкина-Поселєє максимальний рівень сил становить 19 кН.

Таким чином, при кількості подвійних ходів робочої кліти за хвилину 60 за максимальним рівнем сил реакцій та загальним значенням сил реакцій в усіх кінематичних парах прямої Ліпкина-Поселєє забезпечує менший рівень сил ніж прямою Чебишева при використанні цих механізмів для однакових станів.

Зі зростанням кількості подвійних ходів робочої кліти за хвилину до 120 максимальна величина сил реакції в кінематичних парах O_2 і C зростає до рівня 160 кН (рис. 2, криві 1, 4).

Для прямої Ліпкина-Поселєє зі зростанням кількості подвійних ходів робочої кліти спостерігається рівномірне збільшення реакцій в усіх кінематичних на величину не більше, ніж на 15 кН рис. 3 (криві 2, 4).

Таким чином, при збільшенні кількості подвійних ходів робочої кліти за хвилину у два рази ланки прямої Ліпкина-Поселєє необхідно виконувати менших розмірів. Це важливо за необхідності проектування станів з високим рівнем кількості подвійних ходів за хвилину. Сучасний розвиток промисловості обумовлює ріст продуктивності станів ХПТ.

Більш перспективним в якості приводу робочої кліти є привод Латіра. У такому випадку два механізми Латіра та один механізм Чебишева виконують роль опорних механізмів. Тоді механізм Латіра відіграє роль не тільки механізму приводу, але й опорного механізму. Таким чином, зменшується кількість механізмів Чебишева на два.

Аналогічний аналіз реакцій в кінематичних парах проведено для випадків застосування приводу Латіра з прямою Ліпкина-Поселєє.

Максимальне значення сил реакцій для механізму Чебишева становить 132 кН при 120 подвійних ходах кліти за хвилину (рис. 4), для механізму Ліпкина-Поселєє – 45 кН, відповідно.

Також спостерігається тенденція до збільшення сил реакцій в механізмі прямої Чебишева в окремих положеннях робочої кліти. Для механізму Ліпкина-Поселєє така тенденція відсутня як для приводу робочої кліти з використанням кривошипно-шатунного механізму, так і механізму Латіра.

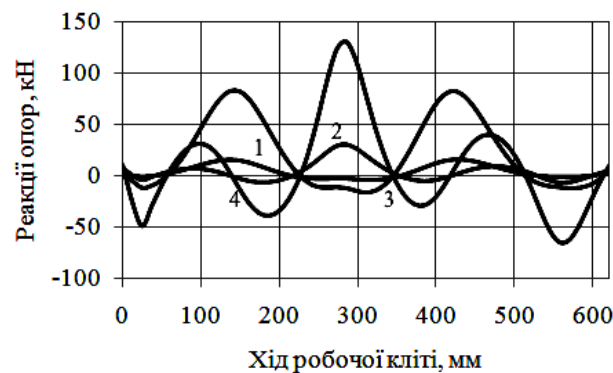


Рис. 4. Зміна сил реакцій в кінематичній парі O_2 вздовж ходу робочої кліті стану ХПТ-55 для опорного механізму у вигляді прямокутника Чебишева (1, 3 – вздовж вісі x ; 2, 4 – вздовж вісі y ; 3, 4 – кількість подвійних ходів робочої кліті за хвилину 120; 1, 2 – кількість подвійних ходів робочої кліті за хвилину 60)

Прямокутник Ліпкина-Посельє забезпечує менший рівень сил реакцій в поєднанні з кривошипно-шатунним приводом та приводом Латіра. При збільшенні кількості подвійних ходів робочої кліті за хвилину сили реакції збільшуються рівномірно в усіх кінематичних парах, що пояснюється його конструкцією.

На відміну від кривошипно-шатунного приводу робочої кліті застосування приводу Ліпкина-Посельє дає можливість отримати інші показники швидкості робочої кліті. Це визначає рівень сил реакцій в кінематичних парах цих механізмів.

Таким чином запропонований механізм Ліпкина-Посельє може бути використаний в якості опорного механізму.

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано новий опорний механізм станів холодної пильгерної прокатки у вигляді прямокутника Ліпкина-Посельє, що замінить існуючі опорні бруски.

2. На основі аналізу сил, що діють в кінематичних парах, встановлено, що прямокутник Ліпкина-Посельє забезпечує менший рівень сил реакцій в порівнянні з прямокутником Чебишева. Крім цього, він відтворює рух по прямій без відхилень. При використанні такого механізму у якості опорного для робочої кліті станів ХПТ він менший за своїми габаритними розмірами. Тому, такий механізм краще підходить у якості опорного механізму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фролов В. Ф. Холодная пильгерная прокатка труб / В. Ф. Фролов, В. Н. Данченко, Я. В. Фролов. – Дніпропетровськ : ПОРОГИ, 2005. – 256 с.
2. Данченко В. Н. Состояние оборудования для холодной прокатки труб на заводах Украины и пути его совершенствования / В. Н. Данченко, В. Т. Вышинский, Рахманов С.Р. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2002. – № 8–9. – С. 416–423.
3. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М. : Наука, 1988. – 640 с.
4. Кожевников С. Н. Теория механизмов и машин / С. Н. Кожевников. – М. : Машиностроение, 1973. – 491 с.
5. Озол О. Г. Основы конструирования и расчета механизмов / О. Г. Озол. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1986. – 361 с.

Данченко В. М. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедри НМетАУ;

Вишинський В. Т. – канд. техн. наук, доц. НМетАУ;

Добров І. В. – канд. техн. наук, доц., зав. кафедри НМетАУ;

Сьомічев А. В. – канд. техн. наук, доц. НМетАУ.

НМетАУ – Національна металургійна академія України, м. Дніпропетровськ.

E-mail: andrewcoolguy7@juno.com