

Автоматизоване проектування конструктивних параметрів листопрямильної машини

Грибков Е.П., Коваленко А.К., Щербінін М.О.,
Донбаська державна машинобудівна академія

В умовах просування продукції машинобудування України на зовнішні ринки однією з основних вимог до металургійних машин є розширення асортименту, підвищення якості, мінімізація питомих капітальних витрат і забезпечення економії матеріальних ресурсів при виробництві металопрокату. Гарячекатані листи є основною продукцією металургійної галузі. Основною вимогою до якості листів є планшетьність, забезпечення якої в основному досягається процесами правки на багатороликкових правильних машинах. Дані машини являють собою складний механізм, що включає в себе колони, траверси, вузли робочих й опорних роликів і цілий блок гідроапаратури [1].

Листопрямильна машина (ЛПМ) призначена для обробки певного типорозміру листового прокату. Традиційно прокатний стан обслуговує декілька листопрямильних машин. При проектуванні даного типу машин актуальною є задача визначення таких її параметрів, щоб перекрити найбільш повно весь асортимент стану, здійснювати правку металу не тільки в гарячому, але і в холодному стані. Дана задача потребує вирішення методами оптимізації.

Все це робить актуальним подальший розвиток методів автоматизованого розрахунку і проектування обладнання для правки листового металопрокату. Крім того, доцільним є постановка і вирішення завдань оптимізаційного плану з подальшим виходом на створення відповідних систем автоматизованого проектування і систем автоматичного регулювання.

Задача з проектування ЛПМ включає в себе вибір кроку, діаметру і кількості роликів ЛПМ в залежності від товщини і властивостей матеріалу прокату. Дані параметри повинні бути підтверджені або скориговані користувачем (інженером-конструктором), так як можливе виконання кількох ЛПМ для перекриття всього асортименту, а також використання ЛПМ зі змінним кроком. Після вибору основних параметрів ЛПМ слід розрахувати

налаштування машини під кожен типорозмір листів для кожного використовуваного матеріалу. Після визначення налаштувань виконується розрахунок безпосередньо процесу правки для обчислення енергосилових параметрів процесу і якості листів, що виправляються. Енергосилові параметри необхідні для розрахунків міцності основних вузлів і механізмів машини, а також проектувальних розрахунків механізмів налаштування машини. Якість листів після виправлення має відповідати стандартам (ГОСТ, ISO та ін.).

Структурно-функціональну модель для автоматизованого проектування конструктивних параметрів листопрямильної машини можна описати наступним алгоритмом:

1) Користувач вирішив визначити параметри багатороликової листопрямильної машини згідно заданого зі сторони заказчика сортаменту продукції.

2) Конструктор вводить вихідні дані для проектування листопрямильної машини в файл формату *.xls.

3) Конструктор запускає розрахунок на виконання.

4) Програмний комплекс запитує конструктора про діапазони зміни кроку і діаметру роликів.

5) Програмний комплекс на основі математичної моделі процесу правки [2, 3] розраховує кінцеву кривизну прокату і налаштування ЛПМ при різних діаметрах роликів.

6) Програмний комплекс перевіряє результати розрахунку з допустимими силами правки і стандартами на якість листа, відкидає результати, що не відповідають умовам.

7) Програмний комплекс формує звіт в MS Excel у вигляді графіків якості правки в залежності від товщини листа і діаметрів роликів.

8) Програмний комплекс формує звіт про рекомендовані параметри ЛПМ.

Типовий процес: користувач ввів дані в програму, відбувається попередній розрахунок параметрів, які користувач підтверджує або коригує, відбувається розрахунок по всьому сортаменту продукції і формується звіт.

На першому етапі проводиться введення даних: можливий діапазон кроку і діаметру робочих роликів та їх кількості, ширина листа, модуль пружності. Всі вибрані геометричні параметри перевіряються на відповідність нормативному ряду типорозмірів згідно ЄСКД, а параметри машини перевіряються на відповідність якості готової продукції згідно з технічними умовами підприємства-замовника (ТУ). На виході з даного блоку видаються параметри ЛПМ: крок, діаметр і кількість роликів, сила правки, ширина листа для перевірки силових параметрів за допомогою Abaqus CAE і для подальших розрахунків в бібліотеку з математичною моделлю процесу правки.

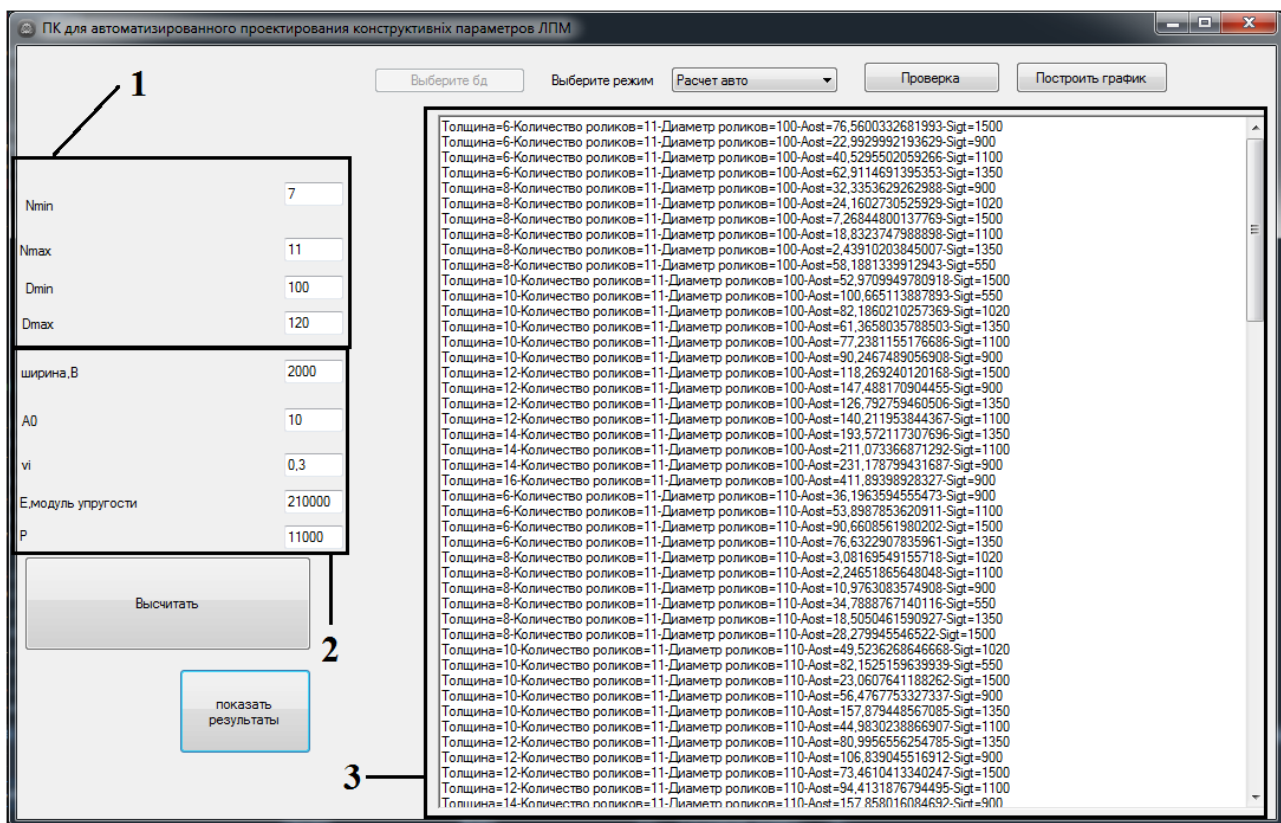
На другому етапі проводиться перевірка силових параметрів процесу правки за допомогою програми Abaqus CAE. Вхідними параметрами даного етапу є параметри ЛПМ (крок, діаметр і кількість роликів). Всі ролики перевіряються на забезпечення умови міцності, в разі невиконання даної умови видається відповідна помилка з рекомендаціями вибору інших параметрів ЛПМ і повернення на попередній етап. На виході з даного етапу видаються параметри процесу правки.

На третьому етапі проводиться розрахунок налаштувань ЛПМ. Вхідними параметрами на даному етапі є параметри процесу правки, а також сортамент продукції, що випускається. Регламентуючим фактором на даному етапі є технічні умови на якість продукції, що випускається. У разі недотримання необхідної якості листів (хвилястості) видається відповідна помилка з рекомендацією зміни виконання ЛПМ (крок, діаметр, кількість роликів або збільшення пропусків листа через ЛПМ) і повернення на перший етап. Вихідними даними на даному етапі для подальшого проектування служать параметри ЛПМ, які задовольняють умовам міцності і умовам забезпечення якості продукції.

На четвертому, заключному, етапі формується звіт про конструктивні параметри ЛПМ. Вхідними параметрами на даному етапі є конструктивні параметри ЛПМ. Регламентуючими факторами є відповідність конструктивних параметрів ЛПМ стандартам, а вихідної продукції - технічним умовам

замовника. Вихідним параметром четвертого етапу є формування технічної пропозиції конструктивних параметрів ЛПМ у вигляді таблиць і графіків у програмі MS Excel.

Програмний комплекс для автоматизованого проектування конструктивних параметрів ЛПМ представляє собою віконний додаток, що реалізує розрахунок та елементи інтерфейсу для взаємодії з користувачем. Інтерфейс з основними елементами зображений на рис. 1.



1 – можливі параметри ЛПМ; 2 – ширина листа (B), початкова кривизна листа (A0), коефіцієнт Пуасона(ν), модуль пружності(E), сумарна сила правки (P);
3 – поле виводу розрахунків

Рис. 1 – Елементи інтерфейсу ПК для автоматизованого проектування конструктивних параметрів ЛПМ при автоматичному розрахунку

Для роботи з програмним комплексом для автоматизованого проектування конструктивних параметрів листопральної машини, перш за все необхідно відкрити віконний додаток, вказати базу даних, вибрати режим розрахунку:

«ручний» або «автоматичний», заповнити поля необхідних вхідних даних, натиснути на кнопку «Высчитать» та отримати товщину листа, кількість та діаметр роликів, амплітуди хвилястості, межу плинності матеріалу листа. При натисканні кнопки «Построить график» користувачу відкриється вікно таблиці Excel з побудованим графіком. Типова таблиця Excel наведена на рис. 2.

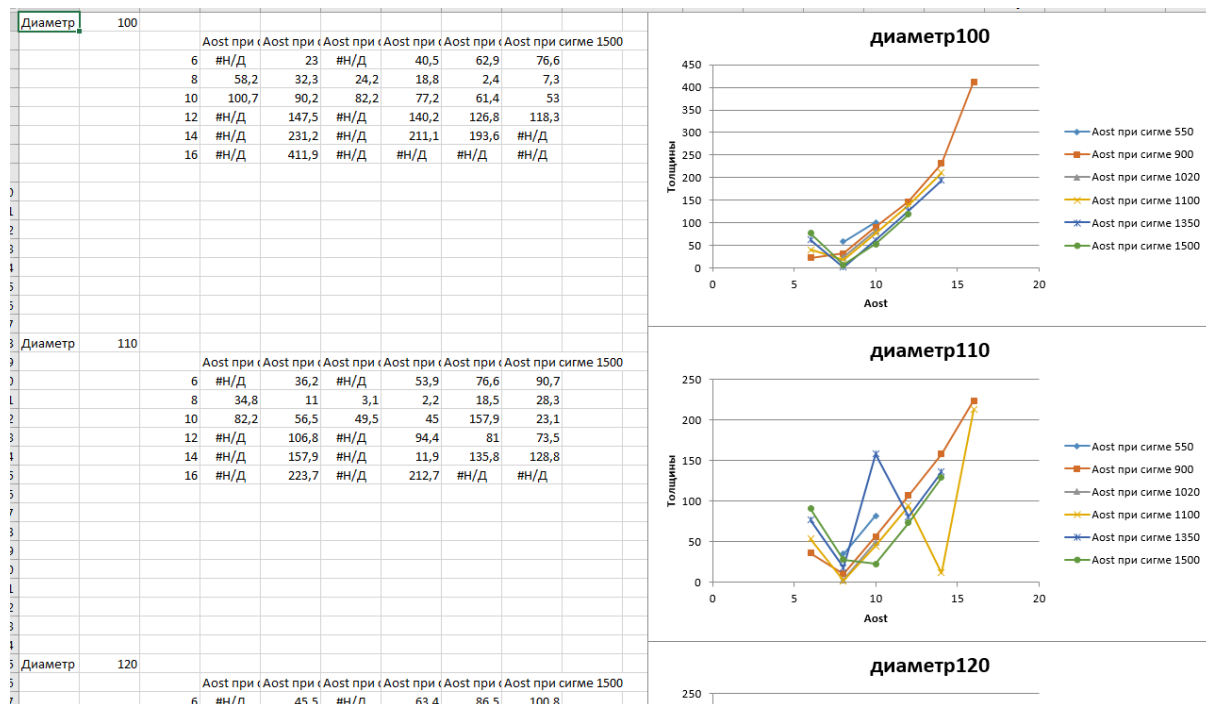


Рис. 2 – Таблиця Excel з графіком розрахунків конструктивних параметрів ЛПМ

Запропонований програмний комплекс дозволяє скоротити час на розробку технічної пропозиції з конструкції листопральної машини та отримати додаткову інформацію з технології правки листів.

Література

1. Дунаєвський В.І. Конструкція, технологія і методи розрахунку машин для виправлення листового прокату: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 103 с.
2. Сатонин А. В. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла и основных показателей качества при реализации процесса правки на многороликовых правильных машинах / А. В. Сатонин, Э. П. Грибков, О. А. Гаврильченко // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – № 1 (18). – С. 268–273.
3. Straightening of Sheet with Correction of Waviness / A. V. Barabash, E. Yu. Gavril'chenko, E. P. Gribkov, O. E. Markov // Steel in Translation, 2014, Vol. 44, No. 12, pp. 916–920. DOI: 10.3103/S096709121412002X