



УДК. 621.771.24

STUDY THE POSSIBILITY OF OBTAINING A THIN SHEET OF CORRUGATED BY MEANS OF NEW ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОДЕРЖАННЯ ТОНКОГО ЛИСТА ГОФРОВАНОЇ ФОРМИ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВОЇ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Yeromkin E.A. / Єрємкін Є.А.*c.t.s., doc. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-3586-7854

Bochanov P.A. / Бочанов П.А.*Senior Lecturer / ст. викл.***Kokh A.K. / Кох А.К.***graduate student / аспірант***Bomko I.V. / Бомко І.В.***graduate student / аспірант***Chubenko A.V. / Чубенко А.В.***graduate student / аспірант**Donbass state engineering academy, Kramatorsk, Academic 72, 84300**Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Академічна 72, 84300*

Анотація. У статті наводиться математична модель розрахунку енергосилових параметрів процесу розгинання гофрованого листа в прямий. Наведено аналіз останніх патентних досліджень, публікацій і патентів. Одним з питань для вирішення цієї проблеми є моделювання процесу розкочування гофрованого листа в пряму смугу. У даній статті розглядається можливість моделювання подібного процесу з легкодеформованого матеріалу шляхом застосування методу кінцевих елементів. Також в тезисній формі описується установка яка дозволяє скоротити кількість енергії яка використовується для нагріву матеріалу і в той час підвищити продуктивність процесу прокатки на тому обладнанні яке мається. Дана установка дозволяє використовувати енергозберігаючі технології в процесах обробки матеріалів. Приведені рекомендації до використання даної установки при подальших дослідженнях процесу прокатки гофрованих листів.

Ключові слова: гофрований лист, вигин, розподіл сил, радіус гофр, профіль валків.

Вступ

В сучасних економічних умовах підвищення ефективності енергозберігаючих технологій є актуальною, практичною і науковою проблемою. Дані проблеми висвітлені в недавно проведених конференціях [1].

Дана робота присвячена проблемі збільшення продуктивності прокату листового матеріалу яка є актуальною проблемою для України і вимагає додаткових досліджень в даній області, що підтверджується роботами [2], [3]. У даній роботі представлені дослідження у цьому напрямку і отримані результати.

Мета роботи у тім щоб довести, що на існуючому обладнанні прокатних виробництв можна отримувати полоси більші ніж ширина самого стану. Ця мета досягається тим, що отримані листи з гофрованою поверхнею потім випрямляти у плоский лист.

У наявних на сьогодні роботах (патентах) [4-7], наведено схему процесу випрямлення гофрованого листа. Математичним моделюванням розглядається задача деформування плоского листа, або формування фасонних профілів, що



вимагає подальшого вдосконалення процесу моделювання розкочування. Крім того необхідно довести, що математична модель процесу розкочування гофрованого листа є адекватною до реального процесу.

Основний текст

Моделювання процесу отримання плоского листа з гофрованого.

Випрямлення листа гофрованої форми відбувається між прокатними валками. Валки розводяться гофрований лист подається в зазор між валками. Далі відбувається вигин заготовки за рахунок того, що зазор між валками зменшується, заготовка поступово випрямляється в рівну лінію.

Запишемо статистичні рівняння сил відносно вісі x та y сили які діють при випрямленні гофровано листа вигином, схема розподілу сил приведена на (рис. 1):

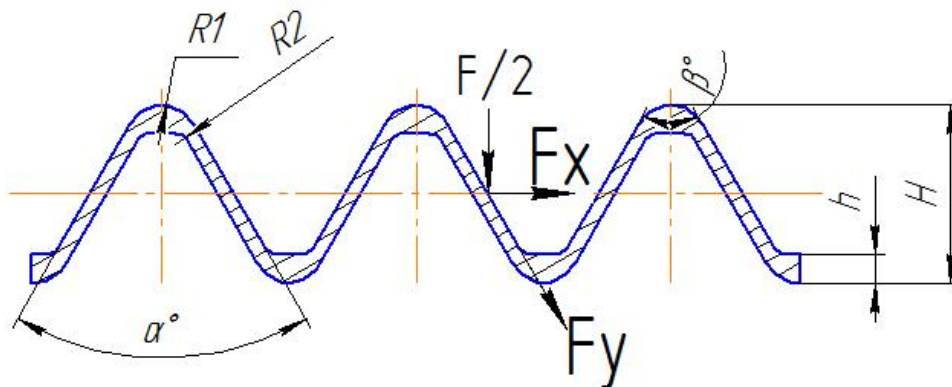


Рис. 1. Розподіл сил при випрямленні гофрованого листа вигином

$$F_x = \frac{F}{2} \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

$$F_y = \frac{F}{2} \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

Визначимо зусилля, необхідне для розгинання гофрованого листа в прямий:

Згинаюча напруга:

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_H} = \frac{F \cdot a \cdot 6}{b \cdot h^2} \leq \sigma_T; \quad (3)$$

де a – плече вигину;

h – товщина заготовки;

σ_T – границя текучості матеріалу;

b – величина, рівна довжині дуги контакту валка із заготовкою при обтисненні:

$$b = \sqrt{R\Delta h - \frac{\Delta h^2}{4}}, \quad (4)$$

де R – радіус валків;

Δh – абсолютне обтиснення:



$$\Delta h = h_0 - h_1, \quad (5)$$

де h_0 – початкова висота гофрованого листа;

h_1 – одержувана висота листа після розкочування;

Виразимо з формули (3) зусилля, необхідне для розгинання одної гофри:

$$F = \frac{\sigma_T \cdot b \cdot h^2}{6 \cdot a}, \quad (6)$$

Визначимо зусилля, необхідне для розгинання всіх гофр:

$$F_{\Sigma} = F \cdot n, \quad (7)$$

де n – кількість гофр,

Одержання широкополосних виробів за рахунок збільшення поверхні охолодження заготовки, що відливається беззупинно. Це відбувається в результаті того, що валки між якими тече й кристалізується метал виконується не плоскими, як у випадку одержання стандартних тонкослябових виробів, а певного гороподібного профілю, завдяки якому й відбувається збільшення охолоджуваної поверхні одержуваного виробу. Вихідною заготовкою для проведення експериментальних розрахунків, є смуга з заданою довжиною і товщиною.

На основі вище приведених формул буди проведені розрахунки в системі симуляції Solid Edge ST4, яка має ліцензією для ознайомлення з навчальною метою, або для домашньої мети випрямлення гофрованого листа за наступними вхідними даними:

$R_1 = 7$ мм, $R_2 = R_1 - h$, $b = 10$ мм, $H = 112,5$ мм, $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 120^\circ$ $F_1 = 486$ Н,
 $F_2 = 286$ Н, матеріал: Свинець.

Результати деформації: загальне переміщення - $9,64e-005$ мм; напруження - $0,0573$ МПа; максимальний розрахунковий запас міцності по напруженню - 2.

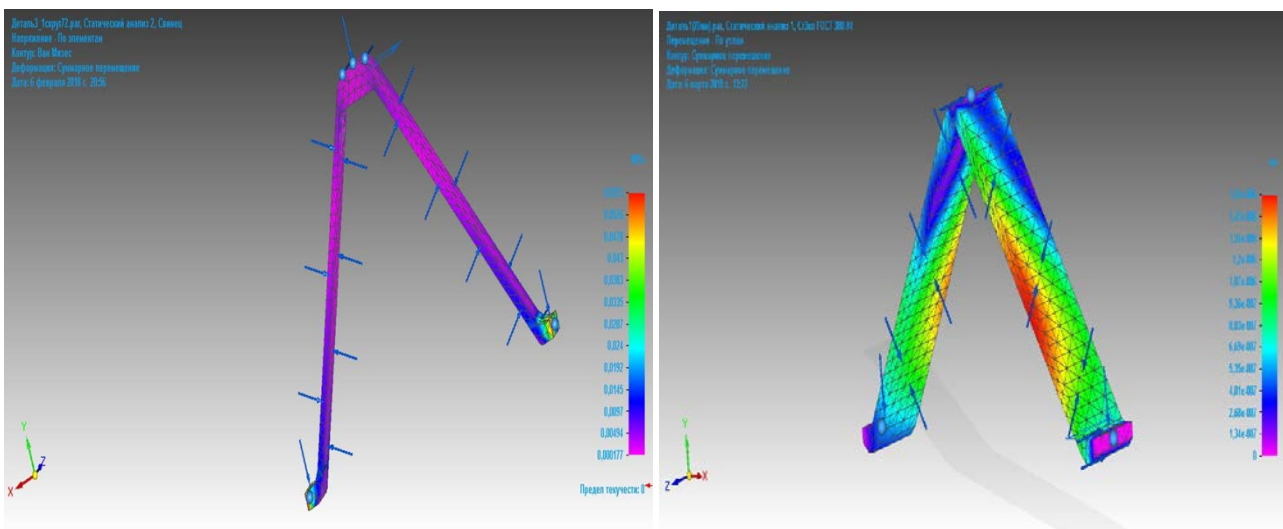


Рис. 2. Загальний вигляд результатів виконання процесів моделювання в Solid Edge ST4



Конструкція експериментальної установки

Для отримання гофрованого листа та з'ясування величини зусилля прокатки плоского листа з гофрованого була розроблена експериментальна установка схема якої представлена на рис.3. Експериментальна установка безперервного лиття належить до ливарно-прокатних машин. Може бути використана для одержання площинних листів (штаб), ширина яких більше довжини бочки обтискуючих (робочих) валків.

Принцип роботи установки наступний. Для виплавки смуги застосовується сплав ВУДа або свинцю. Зовнішній вид установки представлений на рис.4. Для плавки використовується ємність, що нагрівається за рахунок нагрівача. Після того, як сплав розплавився, він заливається в зазор між ведучим 1 і відомим 2 валками (валки представлені на рис. 5). Між ними попередньо встановлена затравка. Відбувається процес кристалізації сплаву, після «зачеплення» металу з затравкою валки починають обертатися, поступово витягуючи з між валкового простору смугу з гофрованою поверхнею, далі сплав подається на послідовну кліть (рольганг) 3 для остаточного випрямлення.

Привід установки здійснюється за допомогою електродвигуну 4 (Тип АУЛ80В6У3) через редуктор 5 та втулочно-пальцеву муфту 6. Установка зібрана на зварній рамі.

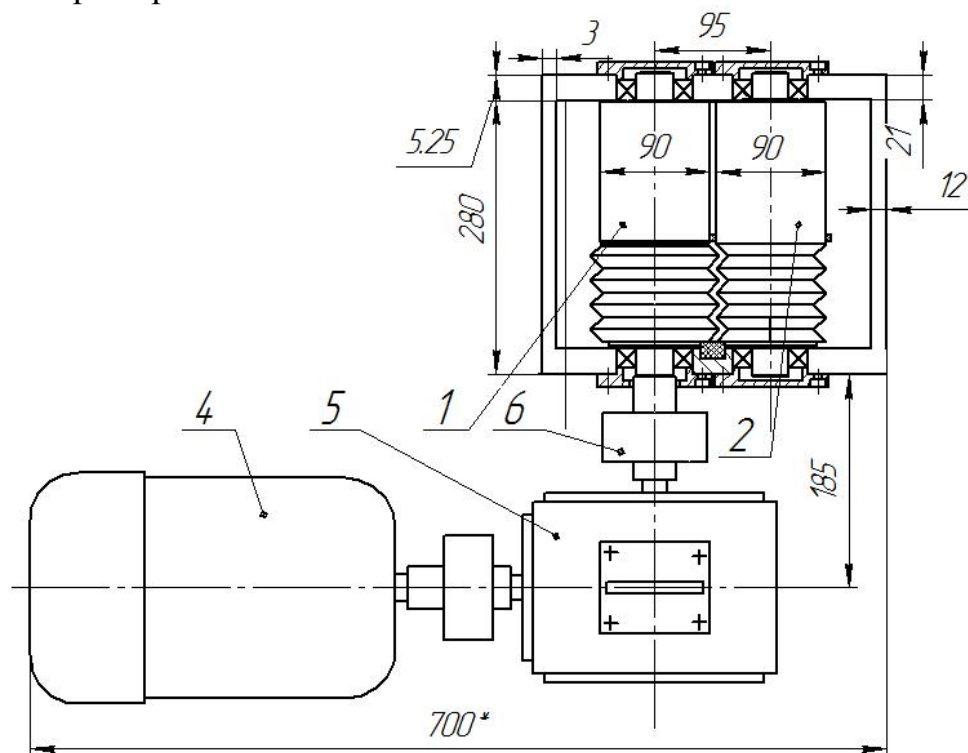


Рис.3. Схема експериментальної установки

Висновки

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про вплив на величину площі охолоджувальної поверхні таких параметрів як кількість гофр на заданій довжині, величина внутрішнього й зовнішнього радіусів і кута нахилу гофр стосовно плоскої заготовки такої ж довжини. Зі збільшенням числа гофр площа перерізу заготовки зменшується, так як стає менше прямолінійних

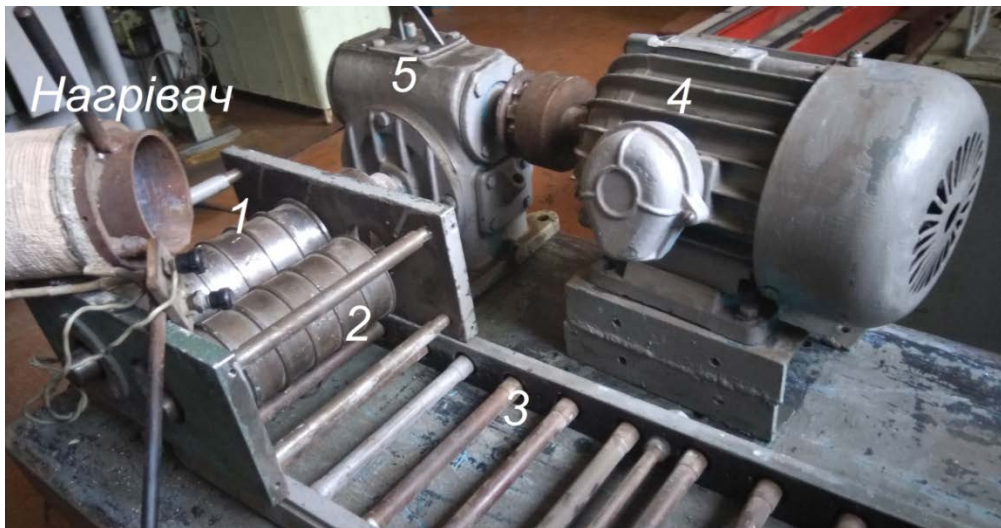


Рис.4. Загальний вид експериментальної установки



Рис.4. Ведучий та відомий валки

частин. Зі збільшенням кута нахилу гофр від 30 до 60 градусів величина площі перерізу значно збільшується.

Була розроблена експериментальна установка для отримання гофрованих листів. Установка може бути використана для дослідження процесу прокатки матеріалів та сплавів з метою визначення енергосилових параметрів прокатки та ін. Використання цієї установки дозволяє зменшити затрати на додаткове нагрівання за рахунок цього збільшується ефективність енергозберігаючих технологій.

Література:

1. Кох А.К., Єрьомкін Є.А., Установка для обробки прокаткою листового матеріалу з використанням енергосберігаючих технологій Міжнародна наукова інтернет-конференція «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та



технічні аспекти становлення» «Конференції з технічних наук на 2018 рік» <https://www.science-community.org/uk/conferences/0/0/Технічні> 12 квітня 2018 р.

2. Производство проката в Украине: перспективы развития. Стасовский Юрий Николаевич - профессор, доктор технических наук, профессор кафедры «Обработка металлов давлением» Национальной металлургической академии Украины (Днепропетровск); <http://www.mayak.zp.ua/industrial/1126-proizvodstvo-prokata-v-ukraine-perspektivy-razvitiya> 12 жовтня 2018 р.

3. Производство проката: обработка проката, перспективы усовершенствования технологии проката - Основные тенденции развития прокатного производства. <http://mashmex.ru/metallurgi/76-obrabotka-prokata.html?start=2> 12 жовтня 2018 р.

4. Пат. №6475 , В21В 1/00, В21В 1/02. Спосіб одержання литтям-прокаткою листів (штаб) шириною, більшою від довжини бочки обтискуючих валків/ М.Л.Роганов, Л.Л. Роганов // Промислова власність. Офіційний бюлетень – 2004. №6. С.4.73.

5. Национальная металлургия - Возможности валковых литейно-прокатных агрегатов при создании мини-заводов. <http://www.nmet.ru/> 12 жовтня 2018 р.

6. **Овчаренко В.А., Подлесний С.В., Зінченко С.М.** Основы метода кінцевих елементів і його застосування в інженерних розрахунках: Навчальний посібник. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – 380 с. ISBN 978-966-379-224-8.

7. **Коновалов Ю.В.**, Справочник прокатчика. Справочное издание в 2-х книгах. Книга 1. Производство горячекатанных листов и полос. – М.: «Теплотехник», 2008. – 680с.

References:

1.Kohl, Ohiomaa <https://www.science-community.org/uk/conferences/0/0/Technical> 12 april 2018 р.

2. Rolled steel production in Ukraine: development prospects. Yuriy Nikolayevich Stasovsky - Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Metal Forming" at the National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnipropetrovsk); <http://www.mayak.zp.ua/industrial/1126-proizvodstvo-prokata-v-ukraine-perspektivy-razvitiya> 12 December 2018 р.

3. Rolled steel production: rolled steel processing, prospects for improving rolling technology - The main trends in the development of rolling production. <http://mashmex.ru/metallurgi/76-obrabotka-prokata.html?start=2> 12 December 2018 р.

4. Pat. No. 6475, В21В 1/00, В21В 1/02. Sposib obednennya lithyam-rolled sheets (headquarters) width, wide vid dovezhini barrels obtyskuchih valkiv / M.L.Roganov, L.L. Roganov // Promislova power. Ofitsiynyy bulletin - 2004. №6. С.4.73.

5. NATIONAL METALLURGY - Opportunities of roller casting and rolling units for the creation of mini-mills. <http://www.nmet.ru/> 12 Zhovtnya 2018 р.

6. Ovcharenko V.A., Podlisny S.V., Zinchenko S.M. Basic to the method of marketing elements in your work in engineering roshaunks: Facilitator. - Kramatorsk: DDMA, 2008. - 380 p. ISBN 978-966-379-224-8.

7. Konovalov Yu.V., Directory of the distributor. Reference book in 2 books. Book 1. Production of hot-rolled sheets and strips. - M.: "Heat Engineering", 2008. - 680s.

Abstract. The article deals a mathematical model for calculation of energy-power parameters of the process of expansion of the corrugated sheet in a straight line. The analysis of recent patent researches, publications and patents is given. One of the questions to solve this problem is to



simulate the rolling process of the corrugated sheet in a straight line. In this paper, the possibility of simulating a similar process from an easily deformed material is considered by applying the finite element method. Also setting that allows shortening the amount of consumable for heating of material energy, also to promote the productivity of process of rolling on present equipment described by means of thesis form. Energy-saving technologies in the processes of treatment of materials this setting allows to apply. To recommendation on application of this equipment for further researches rolling process, of the corrugated, resulted.

Key words: *corrugated sheet, bend, force distribution, corrugate radius, roll profile*