

А.К. КАРМАЛІТА  
Хмельницький національний університет  
Д.М. ЯКИМЧУК  
Херсонський державний університет

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ УДАРНИКА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСОВОГО ОБЛАДНАННЯ

*В роботі запропоновано спосіб підвищення ефективності роботи вирубувальних пресів легкої промисловості. Вдосконалено механізм повороту ударника електрогідрравлічного пресового обладнання. Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити, що вдосконалений механізм повороту ударника сприяє зменшенню енергоспоживання та перевантаження пресів з частковим покращенням якості вирубаних деталей.*

*Ключові слова: електрогідрравлічне пресове обладнання, вирубувальний прес, механізм повороту ударника, ефективність роботи.*

A.K. KARMALITA  
Khmelnytsky national university  
D.M. YAKYMCHUK  
Kherson state university

## EXPERIMENTAL RESEARCH OF INFLUENCE OF SHOCK-WORKER TURN MECHANISM ON WORK EFFICIENCY OF ELECTRO-HYDRAULIC PRESS EQUIPMENT

Abstract – The aim of article is to increase of work efficiency of electro-hydraulic press equipment of light industry due to perfection of mechanism of shock-worker turn.

For realization of experimental researches on the base of press PVG-8-2-0 the row of structural changes has been executed. On the basis of conducted researches the graphic dependences of change power  $N$ , which is consumed by electro-hydraulic press equipment and the pressure of oil in the system  $P$  from time of his work  $t$ , have been built. In accordance with the obtained data received dependences that are typical for each areas of process of cutting. The analysis of results of the conducted experiments allowed to set influence of mechanism of turn shock-worker on a dynamics and efficiency of work of cutting presses during implementation of technological operation of cutting.

It is set that the hand turn of shock-worker assists reduction of energy consumption on 26% comparatively with an existent equipment and overload of cutting presses with the partial improvement of quality of the cut down details.

Keywords: electro-hydraulic press equipment, cutting press, mechanism of shock-worker turn, efficiency of work.

### Постановка проблеми

На сьогоднішній день актуальним є завдання підвищення ефективності роботи вже існуючого обладнання різних галузей промисловості.

Електрогідрравлічні вирубувальні преси консольного типу поширені на підприємствах легкої промисловості, однак їхнє конструктивне виконання не відповідає сучасним вимогам з енергоефективності та надійності роботи.

Сучасний рівень розвитку техніки та технологій дозволяє по-новому спроектувати, розробити та виготовити сучасне обладнання з високими техніко-економічними показниками. Тому використання високоефективних технологій по відношенню до вирубувальних пресів є актуальним завданням, спрямованим на підвищення широкого спектру можливостей вказаного обладнання.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

В попередніх роботах [1–4] досліджено шляхи вдосконалення електрогідрравлічного пресового обладнання легкої промисловості, однак не враховано можливість підвищення ефективності роботи вирубувальних пресів за рахунок вдосконалення механізму повороту ударника.

З використанням сучасних методів вимірювання та існуючого високоефективного обладнання з'явилась можливість з високою точністю отримувати відповідні вимірювальні характеристики, які дозволяють робити висновки про динаміку роботи вирубувальних пресів з високою достовірністю.

### Формулювання мети

Метою роботи є підвищення ефективності роботи електрогідрравлічного пресового обладнання легкої промисловості за рахунок вдосконалення механізму повороту ударника.

### Виклад основного матеріалу

На основі проведених досліджень [3, 4] встановлено, що електрогідрравлічне пресове обладнання потребує вдосконалення за рахунок зміни його конструкції.

Теоретичні розрахунки, а також аналіз розвитку сучасних вирубувальних пресів [4] вказують на наступні переваги від проведення таких конструктивних змін:

- спрощення конструкції механізму повороту ударника;
- зменшення маси пресового обладнання;
- зменшення габаритів пресового обладнання;
- зменшення енерговитрат;
- покращення економічної ефективності внаслідок збільшення тривалості роботи електродвигуна.

Тому, для встановлення достовірності зроблених аналітичних розрахунків необхідно провести дослідження з визначення впливу механізму повороту ударника на ефективність роботи вирубувальних пресів.

В основу експериментальних досліджень покладено завдання визначення впливу механізму повороту ударника на ефективність роботи пресового обладнання.

Для проведення досліджень на базі преса ПВГ-8-2-0 виконано ряд конструктивних змін:

- виключено з преса механізм повороту ударника;
- змінено вузол кріплення ударника гідроциліндра скалки зі встановленням радіально-упорного підшипника;

- встановлено рукоятку ручного керування скалкою з кнопкою вмикання процесу вирубання;

- внесено зміни до електричної та гідравлічної схем преса.

На базі підприємства ВАТ "Взутекс" м. Хмельницький здійснено заміри зусилля, яке необхідно прикласти робітнику для повороту ударника (на пресах ПВГ-8, Compart і Atom, що знаходиться в межах 8...14 Н, для преса ПВГ-8-2-0 – 13 Н). Таке зусилля відповідає нормам охорони праці для робітників, які працюють на вказаному обладнанні [5, 6]:

- робітники-шкіряники та взуттєвики;
- робітники, що обслуговують машини для вироблення взуття;
- виробники взуття.

Для експериментів використано гострий різак периметру  $L=0,6$  м із двостороннім симетричним загостренням з кутом загострення  $25^\circ$ , а також вирубувальну плиту з ПВХ. В якості матеріалу використано м'яку натуральну шкіру верху взуття товщиною  $\Delta=1$  мм.

Експериментальні дослідження проводились за методиками, описаними в [2–4], з використанням аналогічного вимірювального обладнання.

Вимірювальне обладнання працює за принципом аналогово-цифрового перетворення струмового сигналу, що споживає електрообладнання преса, за допомогою високочотних датчиків струму та АЦП з наступним виведенням експериментальних даних на екран персонального комп'ютера.

Для отримання точних даних вимірювальних параметрів пресового обладнання було використано АЦП NI USB-6009 фірми National Instruments. Дані, отримані за допомогою розробленого вимірювального блока [2], передаються на АЦП, який перетворює їх у відповідні цифрові значення вимірювальних характеристик.

На основі проведених досліджень побудовано графічні залежності зміни потужності  $N$ , яку споживає електрогідравлічне пресове обладнання і тиску масла в системі  $P$  від часу його роботи  $t$  (рис. 1, рис. 2).

Аналіз отриманих графічних залежностей (рис. 1, рис. 2) вказує на те, що проведені вказані конструктивні зміни дозволять забезпечити значну економію енергоресурсів з частковим зменшенням перевантаження електрогідравлічного пресового обладнання, що підвищує його енергоефективність.

У відповідності з отриманими експериментальними даними встановлено залежності зміни спожитої потужності  $N$  і тиску в системі  $P$  для кожної з ділянок процесу вирубання. Для кожного рівняння встановлено достовірність апроксимації ( $R^2$ ) та визначено, що отримані рівняння з достатньою точністю (3% для спожитої потужності і 5% для тиску) відтворюють дійсну залежність, оскільки  $R^2$  у всіх випадках знаходиться в межах 0,95...1. Враховуючи, що на пресі ПВГ-8-2-0 з автоматичним поворотом ударника дослідження були проведені раніше [1–4], тому отримані залежності побудовані тільки для пресового обладнання з ручним поворотом ударника.

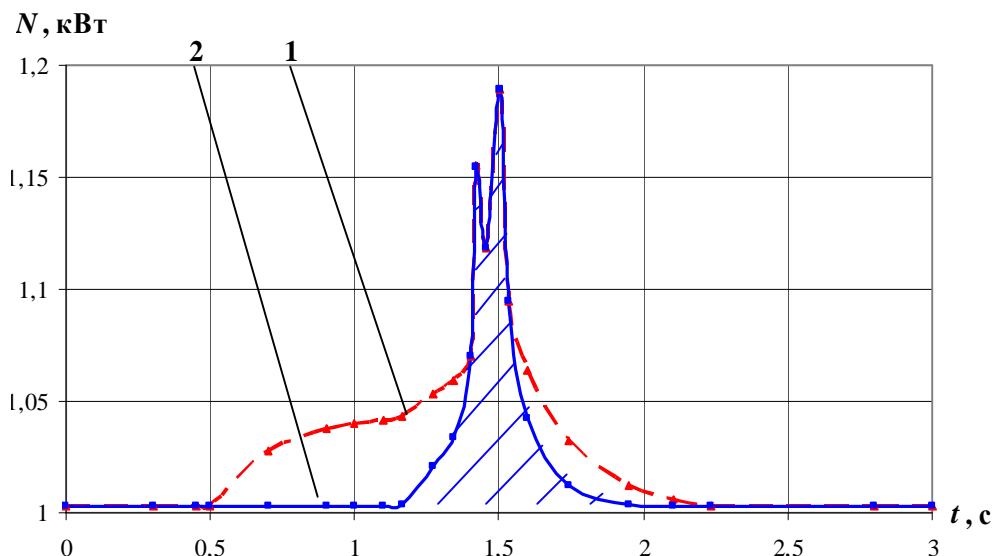


Рис. 1. Графічні залежності зміни спожитої потужності від часу роботи для різних конструктивних схем виконання преса ПВГ-8-2-0: 1 – з автоматичним поворотом ударника; 2 – з ручним поворотом ударника

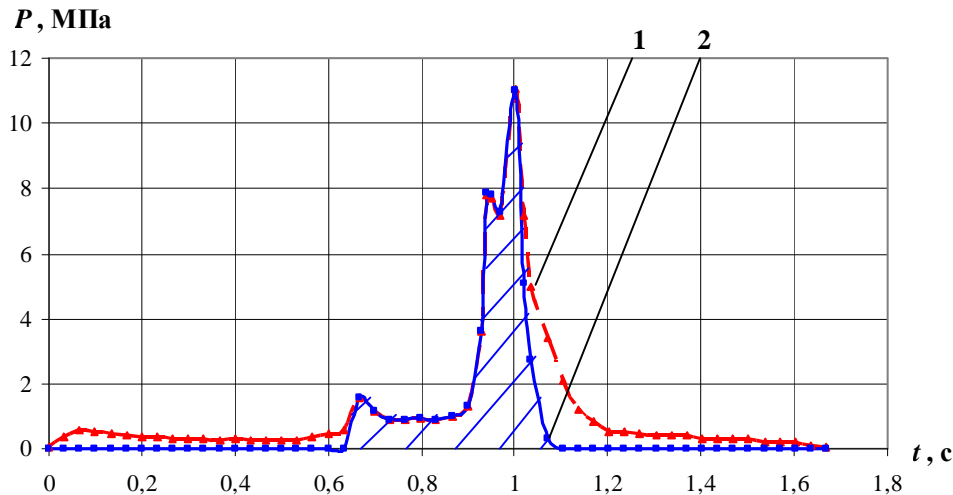


Рис. 2. Графічні залежності зміни тиску в системі від часу роботи для різних конструктивних схем виконання преса ПВГ-8-2-0: 1 – з автоматичним поворотом ударника; 2 – з ручним поворотом ударника

Аналіз результатів проведених експериментів дозволяє робити висновки про вплив зміни механізму повороту ударника на динаміку роботи вирубувальних пресів під час виконання технологічної операції вирубання.

Залежність зміни потужності, спожитої з мережі, носить стрибкоподібний характер під час незначного періоду часу – від моменту руху ударника вниз до його підняття після виконання вирубання матеріалу. Очевидно, що такий позитивний ефект досягається за рахунок проведення даних вдосконалень. Порівняно з кривою 1, крива 2 (рис. 1) носить менш динамічний характер, за рахунок незначного часу роботи пресового обладнання з підвищеним навантаженням. Внаслідок цього відбувається зниження споживання електроенергії з мережі пресовим обладнанням.

В табл. 1 і табл. 2 представлені залежності зміни спожитої потужності і тиску в системі для характерних етапів роботи електрогідравлічного пресового обладнання під час вирубання, враховуючи динаміку зміни досліджуваних характеристик.

Таблиця 1

**Залежності зміни спожитої потужності від часу  $N = f(t)$   
для характерних етапів роботи пресового обладнання**

Етапи роботи пресового обладнання	Залежності спожитої потужності від часу роботи	Достовірність апроксимації, $R^2$
xx	$N = 1$	1
n1	$N = 1$	1
px1	$N = 0,117 \cdot t + 0,906$	0,99
v	$N = 68,346 \cdot t - 77,753$	0,99
	$N = -8,852 \cdot t + 15,952$	1
	$N = 4,241 \cdot t - 0,582$	0,99
px2	$N = 1,418 \cdot t^2 - 4,99 \cdot t + 5,416$	0,95
n2	$N = 1$	1

Таблиця 2

**Залежності зміни тиску в системі від часу  $P = f(t)$   
для характерних етапів роботи пресового обладнання**

Етапи роботи пресового обладнання	Залежності тиску в системі від часу роботи	Достовірність апроксимації, $R^2$
n1	$P = 0$	1
p1	$P = 724359 \cdot t^5 - 643793 \cdot t^4 + 215182 \cdot t^3 - 33035 \cdot t^2 + 2232,8 \cdot t$	0,96
vir	$P = 1226,9 \cdot t^{36}$	0,95
	$P = -13,357 \cdot t + 23,735$	1
	$P = 3,665 \cdot t - 0,84$	1
p2	$P = 0,585 \cdot t + 0,593$	0,98
n2	$P = 0$	1

З огляду на отримані експериментальні графічні залежності тиску масла в системі, які представлені

на рис. 2, можна стверджувати про зниження динамічного ефекту після проведення вказаних змін та значного зменшення перевантаження преса в цілому.

Експериментальні дані узгоджуються із попередніми дослідженнями [7, 8].

Внаслідок проведених конструктивних змін значно знижується навантаження на пресове обладнання за рахунок зменшення динамічного ефекту від стискання масла в системі під час повороту ударника та зменшується перекоп ударника. Це пояснюється тим, що в кінці повороту ударника в робоче положення на вирубувальний прес діють значні зусилля через високу масу ударника та його велику швидкість повороту. Це супроводжується значним динамічним навантаженням на конструкцію вирубувального преса та всіх його систем і появою коливань преса, які негативно впливають на довговічність конструкції та якість вирубаних деталей.

Запропонована конструкція частково підвищує якість вирубаних деталей та зменшує енергоспоживання обладнання на 26%.

Отримані залежності етапів роботи електрогідролічного пресового обладнання з ручним поворотом ударника для виконання технологічної операції вирубання у відповідності до динаміки зміни досліджуваних характеристик дозволяють з достатньою точністю визначити їх вплив на процес в цілому і обладнання зокрема.

### Висновки

На основі проведених досліджень запропоновано спосіб підвищення ефективності роботи вирубувальних пресів легкої промисловості. В конструкцію пресового обладнання внесено ряд конструктивних змін.

Проведені дослідження з визначення впливу механізму повороту ударника на ефективність роботи електрогідролічного пресового обладнання дозволили встановити, що ручний поворот ударника сприяє зменшенню енергоспоживання на 26%, порівняно з існуючим обладнанням на базі преса ПВГ-8-2-0, та зниженню перевантаження вирубувальних пресів з частковим покращенням якості вирубаних деталей.

### Література

1. Якимчук Д.М. Перспективи вдосконалення електрогідролічних пресів в легкій промисловості / Д.М. Якимчук, А.К. Кармаліта, Д.В. Прибега // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 2. – С. 105–107.
2. Karmalita A.K. Investigation of energetic parameters of electro-hydraulic press equipment / A.K. Karmalita, D.M. Yakymchuk // Вісник Чернігівського Державного технологічного університету. – 2010. – № 42. – С. 265–269.
3. Кармаліта А.К. Вплив енергетичних та силових показників пресового обладнання на динаміку його роботи / А.К. Кармаліта, Д.М. Якимчук // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2010. – № 2. Т. 1. – С. 31–34.
4. Якимчук Д.М. Підвищення ефективності роботи вирубувальних пресів легкої промисловості / Д.М. Якимчук // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – № 1. – С. 46–50.
5. Чернов В.І. Нормування праці : [навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц.] / В.І. Чернов, Є.І. Оленич ; за ред. Є.І. Оленич. – К. : КНЕУ, 2000. – 148 с.
6. Рижиков В.С. Основи нормування праці : [навч. посібник] / Рижиков В.С. – Л. : Вид-во ЦУЛ, 2006. – 200 с.
7. Пискорский Г.А. Исследование деформации системы стол-ударник вырубных прессов консольного типа / Г.А. Пискорский, В.И. Толочко // Технология легкой промышленности. Известия ВУЗов. – К., 1981. – № 1. Сообщ. 1. – С. 116–120.
8. Галай А.В. Исследование деформации системы стол-ударник вырубных прессов консольного типа / А.В. Галай, Г.А. Пискорский, В.И. Толочко // Технология легкой промышленности. Известия ВУЗов. – К., 1981. – № 2. Сообщ. 2. – С. 121–124.

### References

1. Yakymchuk D.M., Karmalita A.K., Prybega D.V. Prospects of perfection of electro-hydraulic presses in light industry, *Bulletin of Khmelnytsky national university*, 2008, No. 2, pp. 105–107.
2. Karmalita A.K., Yakymchuk D.M. Investigation of energetic parameters of electro-hydraulic press equipment, *Bulletin of Chernihiv state technological university*, 2010, No. 42, pp. 265–269.
3. Yakymchuk D.M. Influence of energetic and power indexes of press equipment on the dynamics of its work, *Bulletin of Zhytomyr state technological university*, 2010, Vol. 1, No. 2, pp. 31–34.
4. Yakymchuk D.M. Increase of efficiency work of cutting presses of light industry, *Bulletin of Khmelnytsky national university*, 2011, No. 1, pp. 46–50.
5. Chernov V.I., Olenych Y.I., Olenych K.I. Setting norms of labour. Kyiv, «KNEU», 2000, 148 p.
6. Ryzhkov V.S. Setting norms of labour. Kyiv, «CYL», 2006, 200 p.
7. Piskorsky G.A., Tolochko V.I. Research deformation of the system table-shock-worker of cutting presses cantilever type, *Technology of light industry*, 1981, No. 1, pp. 116–120.
8. Galay A.V., Piskorsky G.A., Tolochko V.I. Research deformation of the system table-shock-worker of cutting presses cantilever type, *Technology of light industry*, 1981, No. 2, pp. 121–124.