

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Khmelnytskyi National University

Ukrainian-Polish Scientific Dialogues  
International Scientific Conference



16 - 19 October 2019

Khmelnytskyi – Kamianets-Podilskyi

**BBC 30**

VIII Ukrainian-Polish Scientific Dialogues: Conference Proceedings. International Scientific Conference, 16-19 October 2019, Khmelnytskyi (Ukraine). – Khmelnytskyi National University, 2019. – 179 p.

Conference Proceedings are presented in the author's original version. Authors are responsible for materials and interpretation.

**EDITORIAL BOARD:**

**Bilyi L.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Bonek M.** (Poland, Gliwice), **Buratowski T.** (Poland, Krakow), **Burmistenkov O.** (Ukraine, Kyiv), **Chorny O.** (Ukraine, Kremenichuk), **Debinski A.** (Poland, Lublin), **Drapak H.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Dykha O.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Dzenis L.** (Poland, Bialystok), **Gonchar O.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Herhel M.** (Poland, Krakow), **Hryshchenko I.** (Ukraine, Kyiv), **Kalaczyński T.** (Poland, Bydgoszcz), **Karmalita A.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Katseiko P.** (Poland, Lublin), **Kazior Ya.** (Poland, Krakow), **Krotofil M.** (Poland, Torun), **Lenik K.** (Poland, Lublin), **Maiewski V.** (Poland, Bydgoszcz), **Matiukh S.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Matsko M.** (Poland, Bydgoszcz), **Matushevski M.** (Poland, Bydgoszcz), **Mazurkevich A.** (Poland, Bydgoszcz), **Miezhyk A.** (Poland, Gliwice), **Misiats V.** (Ukraine, Kyiv), **Musial Ya. Muślewski Ł.** (Poland, Bydgoszcz), (Poland, Bydgoszcz), **Oleksandrenko V.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Panasiuk I.** (Ukraine, Kyiv), **Radek N.** (Poland, Kielce), **Roshchak S.** (Poland, Torun), **Sadovyi B.** (Poland, Warsaw), **Shorobura I.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Skyba M.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Slomka T.** (Poland, Krakow), **Sniadkovskiy M.** (Poland, Lublin), **Sorokaty R.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Syniuk O.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Tomaszuk A.** (Poland, Bialystok), **Topoliński T.** (Poland, Bydgoszcz), **Trampchynski V.** (Poland, Kielce), **Tretyn A.** (Poland, Torun), **Voitsitska–Mihasiuk D.** (Poland, Lublin), **Voinarenko M.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Vozny Ya.** (Poland, Bydgoszcz), **Yokhna M.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Zashchepkina N.** (Ukraine, Kyiv), **Zduniak A.** (Poland, Poznan), **Zlotenko B.** (Ukraine, Kyiv), **Yashchuk I.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Zhurba I.** (Ukraine, Khmelnytskyi).

**REVIEWERS:**

**Binytska K.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Bojar P.** (Poland, Bydgoszcz), **Bromberek F.** (Poland, Bydgoszcz), **Charlak M.** (Poland, Lublin), **Gadomski A.** (Poland, Bydgoszcz), **Januszewski A.** (Poland, Bydgoszcz), **Horiashchenko S.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Landowski B.** (Poland, Bydgoszcz), **Maidan P.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Mroziński A.** (Poland, Bydgoszcz), **Paraska O.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Podlewska N.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Rybak R.** (Poland, Torun), **Smutko S.** (Ukraine, Khmelnytskyi), **Zaremba O.** (Ukraine, Khmelnytskyi).

**Responsible Secretary:** Romanets T., Maidan P.

**Technical Secretariat:** Lisevych S., Lukasiewicz M.

**ISBN: 978-617-7600-61-8**

© Copyright by Khmelnytskyi National University, 2019

Khmelnytskyi National University

Instytutaska Str., 11, 29016, Khmelnytskyi, Ukraine

Printed by PolyLux, Zarichanska Str 22/3, 29017, Khmelnytskyi, Ukraine, tel. 067-307-09-76

**ЗМІСТ / CONTENT**

**СЕКЦІЯ 1 / SECTION 1**

**УКРАЇНА – ЄВРОПЕЙСЬКИЙ СОЮЗ СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

**UKRAINE - EUROPEAN UNION: STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS**

ПРОБЛЕМИ ВИБОРУ МЕТОДОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБУМОВЛЕНИХ ГЛОБАЛІЗАЦІЄЮ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЄЮ (Йохна М.А.)	12
УКРАЇНО-ПОЛЬСЬКІ ВІДНОСИНИ НА ПОДІЛЬСЬКОМУ ПРИКОРДОННІ В 20-х рр. ХХ ст. (Олійник М.)	13
ЄВРОПЕЙСЬКІ ІДЕАЛИ ТА НАЦІОНАЛЬНО-ШЛЯХЕТСЬКІ ЦІННОСТІ, ЯК РУШІЇ ПОЛЬСЬКОГО ЛИСТОПАДАВОГО ПОВСТАННЯ 1830 – 1831 РОКІВ (Земський Ю.)	15
ТРАНСФОРМАЦІЯ УМОВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ (Яременко О.Ф.)	18
ЧИННИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНОЇ ЛОГІСТИКИ В ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ (Васильківський Д.М., Матюх С.А.)	20
ARMIA UKRAIŃSKIEJ REPUBLIKI LUDOWEJ W WALCE O NIEPODLEGŁOŚĆ W 1919 R. – SPOJRZENIE PO 100 LATACH (Maciej Krotofil)	22
СВЯТИЙ ЗИГМУНТ-ЩЕНСЬКИЙ – ПОЛЬСЬКИЙ АРХІЄПІСКОП НА УКРАЇНСЬКІЙ ЗЕМЛІ (Чорненький В., Чорненький С.)	23
АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ІНОЗЕМНИХ ІНВЕСТИЦІЙ В ЕКОНОМІКУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ (Хрущ Н.)	24
РЕЙТИНГУВАННЯ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ (Григорук П.)	26
ПОЛЬСЬКА МЕНШИНА НА ПОДІЛЛІ В РОЗРІЗІ ІСТОРІЇ (Буднецький О., Чорненький В.)	27
АСПЕКТИ УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКИХ ВЗАЄМИН НА ПОДІЛЛІ В КОНТЕКСТІ ПРАЦЬ ЮХИМА СІЦІНСЬКОГО НА ПРИКЛАДІ СТАРОВИННОГО НАДДНІСТРЯНСЬКОГО СЕЛА ВІЛЬХОВЕЦЬ (Климчук В.)	29
ЗБЕРЕЖЕННЯ МИСТЕЦЬКИХ ПАМ'ЯТОК НА УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКОМУ ПОГРАНИЧЧІ (Одрехівський Р.)	32
РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМИ ТРАНСКОРДОННОГО СПІВРОБІТНИЦТВА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКИХ ВЗАЄМОВІДНОСИН В ГАЛУЗІ ТУРИЗМУ (Галатир В.)	33
ПРОБЛЕМИ ТА ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА РОЗВИТОК ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНИ У СПІВПРАЦІ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ (Тюріна Н., Карвацка Н., Назарчук Т.)	35
АДАПТИВНЕ СТРАТЕГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ РОЗВИТКУ РЕГІОНУ (Сокирник І.)	37
ПОЛЬСЬКІ НАЦІОНАЛЬНІ РАДИ НА КАМ'ЯНЕЧИНІ У МІЖВОЄННИЙ ПЕРІОД (Нестеренко В.А.)	39
ПОЛЬСЬКА ТА УКРАЇНСЬКА ЕЛІТИ В УМОВАХ ДРУГОГО ПОДІЛУ РЕЧІ ПОСПОЛИТОЇ (Дячок В.)	41

**СЕКЦІЯ 2 / SECTION 2**

**СУЧАСНА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ**

**MODERN ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

LASER WELDING OF STEELS USED IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY (Radek N., Pietraszek J.)	45
AZOTEK GALU – RÓLPREWODNIK XXI WIEKU (Sadovyi B., Porowski S., Sitnik A.)	45
ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ АНАЛІТИЧНОЇ МОДЕЛІ БАЗОВОЇ ОСНОВИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ (Солтик І.)	46
ОДЕРЖАННЯ НАНОАПОВНЕНИХ МІКРОВОЛОКНИСТИХ НЕТКАНИХ МАТЕРІАЛІВ (Іщенко О.В., Ляшок І.О., Будащ Ю.О.)	48
EXPERIMENTAL RESEARCH OF SPRING-BACK EFFECT DURING SEQUENTIAL FORMING WITH DIFFERENT INNER ANGLE, THICKNESS AND BENDING WIDTH OF BLANK (Kukhar V., Nahmibeda M., Radushev O., Markov O., Anishchenko O., Prysiazhnyi A.)	50
КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ФРИТЮРНИХ ОЛІЙ ВИБРАНИМИ ОПТИЧНИМИ МЕТОДАМИ АНАЛІЗУ (Защепкіна Н., Таранов В., Наконечний О.)	52
STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGY FOR THE PREPARATION OF WOOLEN FABRICS ON THE LIGHT FASTNESS OF COLOURS WITH ACID DYES (Semeshko O., Asauluk T., Saribyekova Yu.)	54
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОТИ ЗУБЧАСТОГО РЕДУКТОРА (Рубанка М., Місяць В., Місяць О.)	55
ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ (Григорук С.)	57
МАТЕМАТИЧНЕ ФОРМУЛЮВАННЯ ПЛОСКОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ МАТЕРІАЛІВ З СУТТЄВИМ ВПЛИВОМ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ НА ЇХ ДЕФОРМУВАННЯ (Баррій О.)	58
ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ПІДНОСКІВ ЗАХИСНОГО ВЗУТТЯ (Бурмістенков О.П., Злотенко Б.М., Кулік Т.І.)	60
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГОЛОК В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН З ВІДГІНАМИ П'ЯТКИ (Плешко С.А., Ковальов Ю.А.)	62
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СНУВАННЯ СКЛЯНИХ НИТОК (Кургасова О.П., Загора О.В., Рязанова О.Ю.)	63

# EXPERIMENTAL RESEARCH OF SPRING-BACK EFFECT DURING SEQUENTIAL FORMING WITH DIFFERENT INNER ANGLE, THICKNESS AND BENDING WIDTH OF BLANK

Kukhar V.<sup>1</sup>, Nahnibeda M.<sup>1</sup>, Radushev O.<sup>1</sup>, Markov O.<sup>2</sup>, Anishchenko O.<sup>1</sup>, Prysiachnyi A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pryazovskyi State Technical University, Ukraine

<sup>2</sup> Donbas State Engineering Academy, Ukraine

A significant factor, which leads to the discrepancy of the final sizes of the bent sheet parts to their drawings is the springing of the sheet blank during bending. At the same time, the springing during multi-pass bending is not sufficiently studied. The purpose of the work is to obtain the graphical and mathematical dependencies for descriptions of the resultative spring-back angle of the blanks at the multi-pass bending, taking into account the width of the blank, number of passes, and pre-bending angle at each preliminary pass.

Investigations of bending at the bending of Steel 3 grade (0.14...0.22% C; 0.15..0.3% Si; 0.4...0.65% Mn;  $\leq 0.3\%$  Ni;  $\leq 0.05\%$  S;  $\leq 0.04\%$  P;  $\sim 97\%$  Fe) blanks were carried out on the crank-press model K116G (0.125 MN force). As a working tool, were used bending die of U8 grade tool steel (0.76...0.83% C; 0.17...0.33% Si; 0.17...0.33% Mn;  $\leq 0.25\%$  Ni;  $\leq 0.027\%$  S;  $\leq 0.03\%$  P;  $\sim 97\%$  Fe) with heat-treated to hardness HRC 40...44. They were made for different angles of bending:  $72^\circ$ ,  $91^\circ$  and  $109^\circ$  (Fig. 1). Radii : (i) – for die with a bending angle of  $72^\circ$ : upper die  $r_{in} = 3$  mm, lower die  $r_{out} = 4,0$  mm; (ii) – for die with a bending angle of  $91^\circ$ : upper die  $r_{in} = 4$  mm, lower die  $r_{out} = 5,0$  mm; (iii) – for die with a bending angle of  $109^\circ$ : upper die  $r_{in} = 4$  mm, lower die  $r_{out} = 5,0$  mm. The lower and the upper dies were fixed in the die block installed on the specified press. Measurement of the shape parameters of the blanks was carried out by an angle-meter and a caliper, which has undergone metrological checking in due time. The length of the blanks were used is  $L = 60$  mm (Fig. 2).



Fig. 1. Bending dies

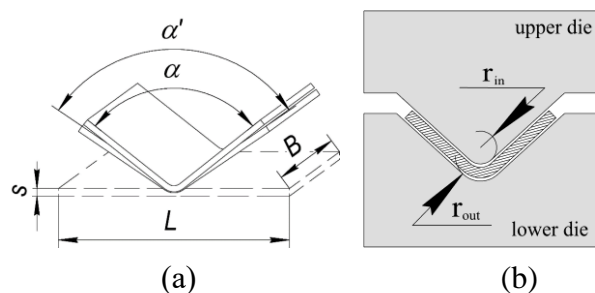


Fig. 2. Scheme of spring-back effect during blank (a) bending in die (b)

The blanks were divided into two groups with same sizes and quantity: the thickness of the blank –  $S = 1$  mm: the width of the blank –  $B = 20$  mm (5 samples), 40 mm (5 samples) and 60 mm (5 samples); thickness –  $S = 1,5$  mm: the width of the blank –  $B = 20$  mm (5 samples), 40 mm

(5 samples) and 60 mm (5 samples); thickness –  $S = 2$  mm: width of the blank –  $B = 20$  mm (5 samples), 40 mm (5 samples) and 60 mm (5 samples). The first group of blanks was exposed to one-pass bending. Bending of the blank was carried out in a die at a predetermined bending angle of  $72^\circ$ ,  $91^\circ$ , and  $109^\circ$ , and the spring-back angle  $\Delta\alpha = (\alpha' - \alpha)$  was measured (see Fig. 2).

For the case when only the data of one-pass bending ( $n = 1$ ) are taken into account, the logarithmic model has been found to be the most adequate and correct:

$$\ln(\Delta\alpha)_{\ln.mod1} = -3.09683 + 0.5481 \cdot \ln(B/S) - 4.5735 \cdot \ln(\beta).$$

For the case of multi-pass bending ( $n = 1, 2, 3$ ), the logarithmic model was also found to be the most adequate and correct.

$$\ln(\Delta\alpha)_{\ln.mod1-3} = -39.3727 + 0.2121 \cdot \ln(B/S) + 43.8989 \cdot \ln(\beta) - 14.2823 \cdot \ln(n).$$

For the case when the data of one-pass and multi-pass bending ( $n = 1, 2, 3$ ) are taken into account, it is found that the result is the most adequately and correctly describes the exponential model:

$$\ln(\Delta\alpha)_{exp.mod} = 3.8389 + 0.0115 \cdot \exp(B/S) - 2.3813 \cdot \exp(\beta) + 0.1182 \cdot \exp(n).$$

Thus, there are describes the basic information about the difference between the spring-back angle for one-pass or multi-pass bending. In the course of the study it is shown that during calculations of forming and preventive prediction of the geometric quality of bending shapes it is necessary to take into account properties of the blank material, as well as the angles of the prebends and the width to thickness ratio of the blank. A methodology of experimental research was developed for determining the spring-back angle during multi-pass bending in three bending dies with  $109^\circ$ ,  $91^\circ$  and  $72^\circ$  pass-by-pass reducing angles. The methods of direct measurements of geometric sizes of blanks after bending to different angles were used, taking into account the thickness and width of the blank, as well as statistical methods and methods of regression analysis for obtaining the analytical dependencies. From the analysis of the obtained graphs we can conclude that the spring-back angle decreases with increasing of number of prebends. The magnitude of the spring-back angle rising with increasing of relative geometric parameters of the workpiece. With the help of regression analysis, mathematical models were obtained that we can predict the bending angle during designing technological processes at the stage of calculations and designing technical documentation.