

В. Ф. Балакин /д. т. н./

Национальная металлургическая академия  
Украины, г. Днепро, УкраинаС. Л. Стасевский, В. Д. Добряк /к. т. н./,  
Ю. Д. Угрюмов /к. т. н./

ГП «Укрگیпромез», г. Днепро, Украина

## Установка моделирования обжатия концов гильз на четырехбойковом прессе

V. F. Balakin /Dr. Sci. (Tech.)/

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro,  
UkraineS. L. Stasevsky,  
V. D. Dobryak /Cand. Sci. (Tech.)/,  
Yu. D. Ugryumov /Cand. Sci. (Tech.)/

SE «Ukrгіpromез», Dnipro, Ukraine

## Installation of the compression of the ends of the sleeves on four-press press

**Цель.** Разработать установку для моделирования обжатия гильз на дорне перед пилигримовой прокаткой, включающую гидравлический пресс Д2430 усилием 1 МН и устройство для обжатия конца гильзы (свинцового образца) на оправке четырьмя бойками при условии обеспечения симметричного обжатия гильзы со стороны каждого бойка. Установка позволит смоделировать условия обжатия конца гильзы бойками на гидравлическом прессе за два обжатия с кантовкой образца с оправкой между обжатиями на 45°.

**Методика.** Анализ вариантов обжатия концов гильз на оправке на гидравлическом прессе с различным числом бойков. Анализ кинематических схем устройств для обжатия концов гильз с определением скорости перемещения бойков предложенного устройства для обеспечения симметричного обжатия гильзы каждым из четырех бойков.

**Результаты.** Разработана установка для моделирования подготовки концов гильз на дорне перед пилигримовой прокаткой, которая содержит гидравлический пресс Д2430 усилием 1 МН, установленный в лаборатории кафедры технологического проектирования НМетАУ, и устройство, размещенное на столе пресса, для обжатия свинцовых образцов на оправке четырьмя бойками, а также возможно обжатие двумя бойками. Разработаны чертежи и изготовлено оборудование устройства с симметричным обжатием образцов со стороны каждого из четырех бойков. Разработана концепция горизонтального гидравлического пресса для подготовки передних концов гильз на дорне на участке внестановой зарядки пилигримовых станков. Предложен новый способ подготовки передних концов гильз с помощью разработанного горизонтального пресса, предусматривающий использование одного пресса для обслуживания двух пилигримовых станков, что снизит капитальные затраты.

**Научная новизна.** На основании анализа кинематики перемещения бойков разработанного устройства для моделирования подготовки передних концов гильз установлено, что величина перемещения верхней плиты за единицу времени в 2 раза больше величины перемещения траверс, несущих оправку с образцом. Такая кинематика разработанного устройства обеспечивает синхронное обжатие деформируемого образца на одну и ту же величину каждым из четырех бойков.

**Практическая значимость.** Разработка рационального способа и оборудования для подготовки передних концов гильз перед пилигримовой прокаткой имеет большое практическое значение. Так, использование этой подготовки увеличивает производительность пилигримовых станков на 1,5–2,0 % за счет снижения времени затравки и уменьшения концевой обрезки.

Разработанная установка для моделирования процесса обжатия гильзы (образца) на оправке позволила определить рациональную кинематическую схему для равномерного обжатия гильзы всеми четырьмя бойками и разработать концепцию нового горизонтального четырехбойкового гидравлического пресса. Использование нового способа подготовки концов гильз на короткой цилиндрической оправке с установкой оборудования на внестановой зарядке между клетями двух пилигримовых станков позволяет значительно сократить затраты на оборудование. (Ил. 6. Библиогр.: 4 назв.)

**Ключевые слова:** гильза, пресс, боек, пилигримовый стан, моделирование, обжатие.

DOI: 10.33101/s005-3035790

**Введение.** Для снижения потерь металла в за-  
 травочный конец трубы на пилигримовом ста-  
 не и сокращения продолжительности процесса  
 затравки целесообразно подготовить передний  
 конец гильзы таким образом, чтобы он имел фор-  
 му пилигримовой головки. Рациональная дли-  
 на подготовленного переднего конца равняется  
 0,5–0,7 длины переменной части пилигримовой  
 головки [1]. Такая подготовка передних концов  
 гильз перед пилигримовой прокаткой возмож-  
 на различными методами обработки металлов  
 давлением.

Известна подготовка передних концов гильз на  
 прошивном косовальковом стане непосредственно  
 в процессе прошивки, которая была всесторонне  
 исследована, опробована в лабораторных и про-  
 мышленных условиях но не нашла в настоящее  
 время применения в связи с усложнением работы  
 и обслуживания прошивного стана [1]. Возмо-  
 жно осуществление подготовки передних концов  
 гильз на участке внестановой зарядки пилигри-  
 мового стана, которое лишено отмеченных выше  
 недостатков. Для подготовки передних концов  
 гильз на оправке на участке внестановой зарядки  
 предлагается новый способ, который заключается  
 в обжатии конца гильзы одновременно четырьмя  
 бойками гидравлического пресса с последующей  
 кантовкой гильзы на угол  $45^\circ$  для окончательного  
 формирования профиля подготовленного перед-  
 него конца гильзы.

Для исследования нового способа подготовки  
 передних концов гильз на дорне перед пилигри-  
 мовой прокаткой было разработано в ГП «Укрги-  
 промез» и на кафедре технологического проекти-  
 рования НМетАУ устройство для моделирования  
 обжатия концов свинцовых гильз.

**Изложение основных результатов работы.**  
 Принципиальная конструкция устройства для  
 моделирования обжатия конца гильзы на оправке  
 приведена на рис. 1–4 [2].

Разработанное нами устройство содержит: не-  
 подвижную нижнюю плиту-основание 1 с закрепленными на нем нижним 2, левым 3 и правым 4  
 нижними кулачками; верхнюю подвижную плит-  
 у 5 с закрепленными на ней верхним бойком 6,  
 левым 7 и правым 8 верхними кулачками; две под-  
 подвижные траверсы – переднюю 9 и заднюю 10,  
 с которыми по оси устройства с помощью цапф  
 соединена оправка 11 образца 12.

Каждая подвижная траверса с двух сторон име-  
 ет направляющие цапфы, по которым скользят  
 левый 13 и правый 14 ползуны. С ползунами  
 шарнирно соединены плоские двухшарнирные  
 звенья: попарно четыре нижних 15, 16 и два  
 верхних 17, 18. Вторые концы звеньев шарнир-  
 но присоединены соответственно к нижней 1 и  
 верхней 5 плитам. Верхние звенья 17, 18 имеют

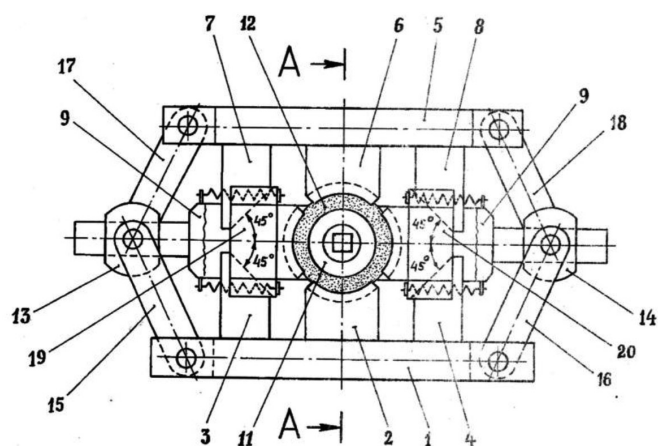


Рис. 1. Главный вид четырехбойкового устройства  
 в исходном положении перед обжатием образца  
 (обозначения в тексте)

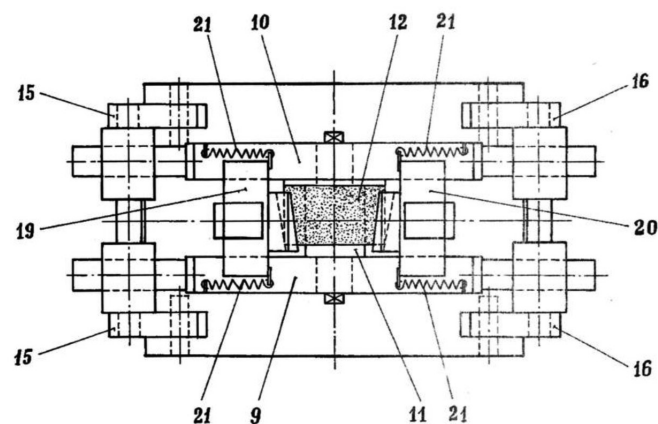


Рис. 2. Вид сверху устройства при условно  
 снятой верхней плите с верхним бойком,  
 двумя кулачками и двумя верхними звеньями  
 (обозначения в тексте)

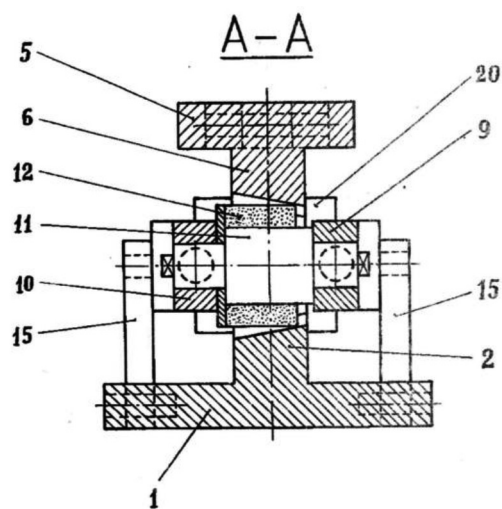


Рис. 3. Вид устройства (разрез по А-А на рис. 1,  
 обозначения в тексте)

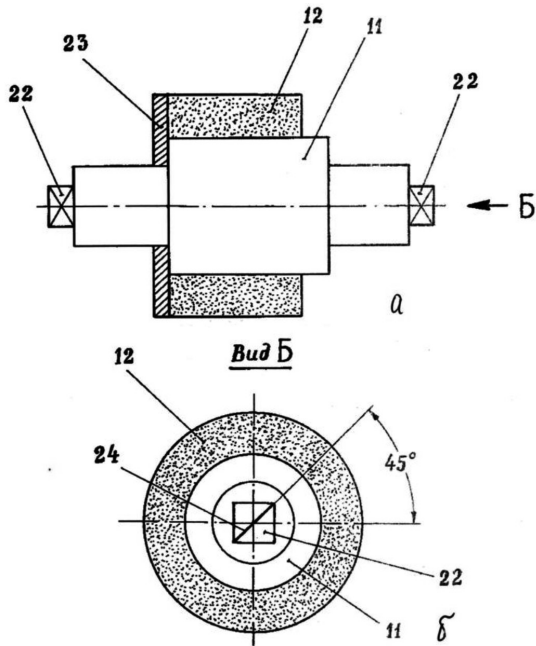


Рис. 4. Образец на оправке:  
а – общий вид, б – вид Б

по одному нижнему разъемному шарниру для сборки с ползунами. Благодаря одинаковой длине всех звеньев и симметричному расположению звеньев и ползунов относительно центральной плоскости устройства достигается плоскопараллельное движение верхней плиты и двух траверс в направлении к нижней плите-основанию.

Кулачки 3, 4, 7, 8 имеют наклонные плоские грани под углом 45° в вертикальной (и горизонтальной) оси устройства, обращенные к центру деформируемого образца 12. Между подвижными траверсами 9 и 10, опираясь на них, скользят левый 19 и правый 20 горизонтальные бойки. Нижние и верхние кулачки контактируют своими наклонными гранями с соответствующими поверхностями горизонтальных бойков. Для выборки зазоров между наклонными поверхностями кулачков и бойков, а также для обеспечения отхода горизонтальных бойков от образца при подъеме верхней плиты каждый боек соединен с траверсами четырьмя возвратными пружинами 21. Оправка 11 по торцам снабжена четырехгранными головками 22 под ключ. Положение образца 12 на оправке 11 ограничивается кольцом 23. На торцах головок 22 нанесена риска 24 под углом 45° к горизонтальной оси.

Сборка устройства производится в следующем порядке. Сначала на цапфы оправки 11 образца 12 надеваются передняя 9 и задняя 10 траверсы. Затем между траверсами вводятся левый 19 и правый 20 горизонтальные бойки, которые соединяются с траверсами посредством пружин 21. Далее на цапфы траверс надеваются ползуны 13 и 14, которые соединяются с нижней плитой-

основанием 1 четырьмя звеньями 15, 16, а с верхней плитой 5 – двумя звеньями 17 и 18 имеют по одному нижнему разъемному шарниру.

Разборка устройства производится в обратной последовательности. Сборка образца 12 с оправкой 11 осуществляется при наличии зазора между их контрактными поверхностями с осевым ограничением положения образца на оправке с помощью кольца 23.

Устройство работает следующим образом. В собранном виде с деформируемым образцом (в качестве материала которого используется свинец или пластилин) оно устанавливается на горизонтальный стол прессы. При этом все четыре бойка равноудалены от центра деформируемого образца. При осуществлении рабочего хода верхней плиты 5 вниз три бойка одновременно (синхронно) начинают приближаться к образцу, который вместе с оправкой 11 перемещается к неподвижному бойку 2. Движение горизонтальных бойков к центру образца вызывает растяжение пружин 21. Скорость верхней плиты в два раза превышает скорость опускания подвижных траверс 9 и 10, а также горизонтальных бойков и оправки 11 с образцом 12. За счет этого верхний и нижний бойки по отношению к центру подвижного образца имеют одинаковые перемещения в любой момент времени. В то же время горизонтальные бойки за счет клинового контакта с кулачками под углом 45° также перемещаются к центру образца на величину в два раза меньшую, чем абсолютное перемещение верхней плиты. Плоскопараллельное перемещение верхней плиты обеспечивается приложением внешней нагрузки по оси симметрии устройства. Перемещение верхней плиты может быть остановлено в любой момент времени. При подъеме верхней плиты горизонтальные бойки с помощью возвратных пружин отходят от образца.

Второе обжатие образца производится после поворота оправки с образцом вокруг продольной оси на угол 45°. Для этого гаечным ключом поворачивают головку 24 на оправке 11 вместе с образцом 12 до совмещения риски 24 на торце головки 22 с горизонтальной осью.

Покажем, что скорость движения верхней плиты 5 вниз в 2 раза больше скорости опускания траверс 9 и 10, несущих на себе оправку с образцом.

Из рис. 5 видно, что мгновенный центр вращения звена АВ находится в точке Р. Поэтому можно написать:

$$\frac{V_A}{PA} = \frac{V_B}{PB} \quad (1)$$

Из ΔРАС имеем:  $PA = AC \times \operatorname{tg} \gamma$

Видно, что  $PB = AB = BC = \frac{AC}{2 \cos \gamma}$

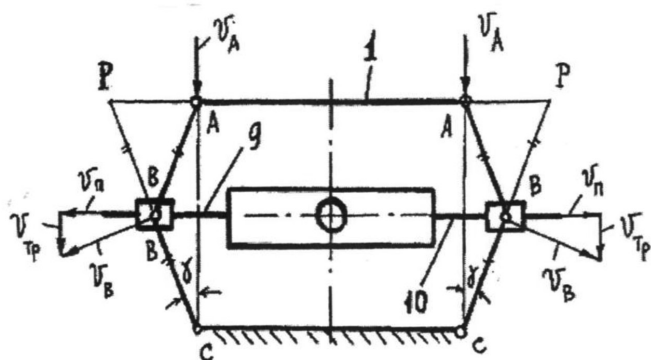


Рис. 5. План скоростей перемещения верхней плиты и траверс, несущих на себе оправку с деформируемым образцом

Тогда выражение (1) будет:

$$\frac{V_A}{AC \times \operatorname{tg} \gamma} = \frac{V_B \times 2 \cos \gamma}{AC} \quad \text{или} \quad \frac{V_A}{\operatorname{tg} \gamma} = 2 \cos \gamma \times V_B$$

Откуда:

$$V_B = \frac{V_A}{2 \sin \gamma} \quad (2)$$

Скорость  $V_B$  раскладывается на две составляющие:

- $V_{\text{П}} = V_B \times \cos \gamma$  - скорость ползуна;
- $V_{\text{ТР}} = V_B \times \sin \gamma = \frac{V_A}{2 \sin \gamma} \times \sin \gamma = \frac{V_A}{2}$  - скорость траверс вниз.

Что и требовалось показать:

$$V_{\text{ТР}} = \frac{V_A}{2} \quad (3)$$

В результате этого величина перемещения верхней плиты за единицу времени в 2 раза больше величины перемещения траверс, несущих оправку с образцом.

Такая кинематика предложенного устройства обеспечивает синхронное обжатие деформируемого образца на одну и ту же величину всеми четырьмя бойками.

Предложенное устройство позволяет моделировать радиальное обжатие полой заготовки на оправке, а именно обжатие переднего конца гильзы на дорне четырьмя бойками, что расширяет технологические возможности для моделирования процесса обжатия с применением различных калибровок бойков, степени деформации, а также кантовки деформируемого образца на угол  $45^\circ$ .

Модернизированная конструкция лабораторной установки для моделирования обжатия гильз в масштабе 1:5 с привязкой к гидравлическому прессу приведена на рис. 6.

На рис. 6 обозначены следующие детали: 1 - подставка, 2 - гайка М20 ГОСТ 5915-70, 3 - шайба 20 ГОСТ 11371-68, 4 - болт М20 специальный, 5 - основание, 6 - звено двухшарнирное, 7 - держатель пружины, 8 - ползун, 9 - матрица левая,

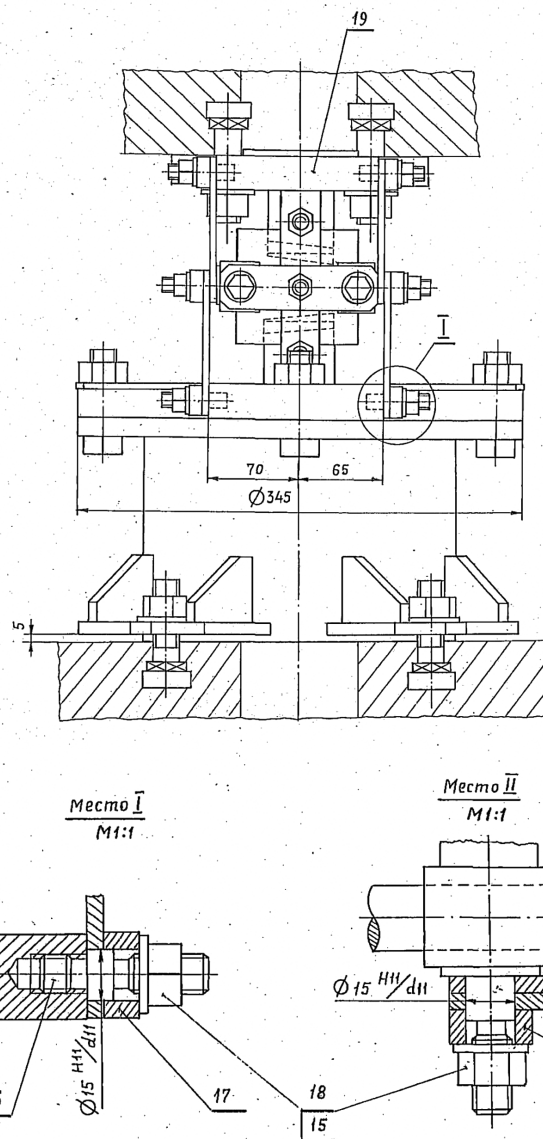


Рис. 6. Модернизированная конструкция лабораторного устройства с привязкой к гидравлическому прессу:

а - главный вид, б - вид сверху, в - вид сбоку

10 - траверса, 11 - пружина, 12 - матрица правая, 13 - болт М20×70 ГОСТ 7798-70, 14 - болт М12×25 ГОСТ 7798-70, 15 - шайба 12 ГОСТ 11371-68, 16 - ось звена, 17 - кольцо дистанционное, 18 - гайка М12 ГОСТ 5915-70, 19 - траверса верхняя.

Основание 1 устройства закрепляется на столе гидравлического пресса D2430, а траверса верхняя 19 устройства крепится к подвижной траверсе этого пресса.

Устройство для моделирования обжатия переднего конца гильзы на дорне изготовлено машиностроительным подразделением компании «Интерпайп».

Установка для моделирования включает разработанное устройство и гидравлический пресс D2430 усилием 1 МН, установленный в учебной

лаборатории кафедры технологического проектирования НМетАУ.

Нами была разработана конструкция четырехбойкового гидравлического прессы, которая может быть использована для размещения на участке внестановой зарядки пилигримовой стана с целью подготовки передних концов гильз на дорне перед пилигримовой прокаткой [3].

Для размещения на участке внестановой зарядки только одного гидравлического прессы с вспомогательным оборудованием, обслуживающего оба пильгерстана, нами предложен новый способ подготовки передних концов гильз обжатием на четырехбойковом прессы с применением временной короткой цилиндрической оправки, диаметр которой равен диаметру дорна пильгерстана [4].

### Выводы

1. Предложен новый способ подготовки передних концов гильз на дорне перед пилигримовой прокаткой, заключающийся в обжатии конца гильзы четырьмя бойками гидравлического прессы.

2. Для моделирования обжатия переднего конца гильзы на оправке предложена конструкция лабораторного устройства, размещаемого на гидравлическом прессы.

3. Разработана концепция горизонтального четырехбойкового гидравлического прессы для подготовки концов гильз с симметричным обжатием гильзы со стороны каждого бойка.

4. Выполнен анализ кинематики перемещения бойков, предложенной конструкции устройства и установлено, что величина перемещения верхней плиты за единицу времени в 2 раза больше величины перемещения траверса, несущих оправку с образцом.

5. Разработаны чертежи и изготовлено оборудование устройства для обжатия концов гильз с помощью гидравлического прессы D2430 усилием 1 МН.

6. Предложен новый способ подготовки передних концов гильз на временной короткой цилиндрической оправке диаметром, равным диаметру дорна пильгерстана, что позволит в два раза сократить количество оборудования для осуществления этой подготовки.

### Библиографический список / References

1. Ресурсосберегающие технологии при горячей пилигримовой прокатке труб / В. Ф. Балакин, В. В. Перчанник, С. Л. Стасевский, Ю. Д. Угрюмов // Совершенствование производства стали, труб и железнодорожных колес. – Днепропетровск: Экономика, – 2015. – С. 231–261.

Balakin V. F., Perchanik V. V., Stasevskiy S. L., Ugryumov Yu. D. *Resursosberegayushchie*

*tehnologii pri goryachey piligrimovoy prokatke trub. Sovershenstvovanie proizvodstva stali, trub i zheleznodorozhnykh koles.* Dnepropetrovsk, Ekonomika, 2015, p. 231–261.

2. Пат. UA 89455 U Україна, МПК B21J 1/04, B21J 1/06. Пристрій для моделювання радіального обтискання порожнистої заготовки / С. Л. Стасевський, В. Д. Добряк, В. Ф. Балакін, Ю. Д. Угрюмов; заявл. 04.10.2013, опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8.

Stasevs'kiy S. L., Dobryak V. D., Balakin V. F., Ugryumov Yu. D. *Pat. UA 89455 U Ukrain, MPK B21J 1/04, B21J 1/06. Pristriy dlya modelyuvannya radial'nogo obtiskannya porozhnistoi zagotovki; zayaavl. 04.10.2013, opubl. 25.04.2014, Byul. No. 8.*

3. Пат. UA 92316 U Україна, МПК B21J 13/00. Чотирибойковий кувальний пристрій / Стасевський С. Л., Добряк В. Д., Угрюмов Ю. Д., Балакін В. Ф.; заявл. 17.03.2014, опубл. 11.08.2014, Бюл. № 15.

Stasevs'kiy S. L., Dobryak V. D., Ugryumov Yu. D., Balakin V. F. *Pat. UA 92316 U Ukrain, MPK B21J 13/00. Chotiriboykoviy koval'niy pristriy; zayaavl. 17.03.2014, opubl. 11.08.2014, Byul. No. 15.*

4. Пат. UA 103190 U Україна, МПК B21B 21/00. Спосіб підготовки переднього кінця гільзи перед прокаткою / С. Л. Стасевський, В. Д. Добряк, Ю. Д. Угрюмов, В. Ф. Балакін та ін.; заявл. 15.05.2015, опубл. 10.12.2015, Бюл. № 23.

Stasevs'kiy S. L., Dobryak V. D., Uhryumov Yu. D., Balakin V. F. *Pat. UA 103190 U Ukrain, MPK B21V 21/00. Sposib pidhotovky pered'oho kintsya hil'zy pered prokatkoyu; zayaavl. 15.05.2015, opubl. 10.12.2015, Byul. No. 23.*

**Мета.** Розробити установку для моделювання обтиску гільз на дорні перед пилигримовою прокаткою, що включає гідравлічний прес D2430 зусиллям 1 МН і пристрій для обтиску кінця гільзи (свинцевого зразка) на оправці чотирма бойками за умови забезпечення симетричного обтиску гільзи з боку кожного бойка. Установка дозволить змодельувати умови обтиску кінця гільзи бойками на гідравлічному пресі за два обтиски з кантуванням зразка з оправкою між обтисканнями на 45°.

**Методика.** Аналіз варіантів обтиску кінців гільз на оправці на гідравлічному пресі з різною кількістю бойків. Аналіз кінематичних схем пристроїв для обтиску кінців гільз з визначенням швидкості переміщення бойків запропонованого пристрою для забезпечення симетричного обтиску гільзи кожним з чотирьох бойків.

**Результати.** Розроблено установку для моделювання підготовки кінців гільз на дорні перед пилигримовою прокаткою, яка містить гідравлічний прес D2430 зусиллям 1 МН, встановлений у лабораторії кафедри технологічного проектування НМетАУ, і пристрій, розміщений на столі преса, для обтиску свинцевих зразків на оправці чотирма бойками, а також можливе обтиснення двома бойками. Розроблено креслення і виготовлено обладнання пристрою із симетричним

обтиском зразків з боку кожного з чотирьох бойків. Розроблено концепцію горизонтального гідравлічного преса для підготовки передніх кінців гільз на дорні на ділянці позастанової зарядки пілігримових станів. Запропоновано новий спосіб підготовки передніх кінців гільз за допомогою розробленого горизонтального преса, який передбачає використання одного преса для обслуговування двох пілігримових станів, що знизить капітальні витрати.

**Наукова новизна.** На підставі аналізу кінематики переміщення бойків розроблено пристрою для моделювання підготовки передніх кінців гільз встановлено, що величина переміщення верхньої плити за одиницю часу в 2 рази більше величини переміщення траверс, що несуть оправку зі зразком. Така кінематика розробленого пристрою забезпечує синхронне обтиснення деформованого зразка на одну і ту ж величину кожним з чотирьох бойків.

**Практична значущість.** Розробка раціонального способу і обладнання для підготовки передніх кінців гільз перед пілігримовою прокаткою має велике практичне значення. Так, використання цієї підготовки збільшує продуктивність пілігримових станів на 1,5–2,0 % за рахунок зниження часу затравки і зменшення кінцевої обрізі.

Розроблена установка для моделювання процесу обтиску гільзи (зразка) на оправці дозволила визначити раціональну кінематичну схему для рівномірного обтиску гільзи усіма чотирма бойками і розробити концепцію нового горизонтального чотирибойкового гідравлічного преса. Використання нового способу підготовки кінців гільз на короткій циліндричній оправці з установкою обладнання на позастановій зарядці між клітями двох пілігримових станів дозволяє значно скоротити витрати на обладнання.

**Ключові слова:** гільза, прес, бойок, пілігримовий стан, моделювання, обтиснення.

**Purpose.** Develop an installation for simulating sleeves crimping on the mandrel before pilgrim rolling, including a hydraulic press of D2430 with a force of 1 MN and a device for crimping the end of the liner (lead sample) on the mandrel by four strikers provided that the sleeves are symmetrically crimped from each striker. The installation will allow simulating the conditions for crimping the end of the sleeve by striking on a hydraulic press for two crimps with turning the specimen with a mandrel between reductions of 45°.

**Methodology.** Analysis of options for crimping the ends of sleeves on a mandrel on a hydraulic press with a different number of heads. Analysis of the kinematic diagrams of devices for crimping the ends of sleeves with

determining the speed of movement of the strikers of the proposed device to ensure symmetric compression of the sleeve with each of the four strikers.

**Findings.** An installation for simulating the preparation of end sleeves on the mandrel before pilgrim rolling was developed, which contains a hydraulic press D2430 with a force of 1 MN, installed in the laboratory of the technological design department NMetAU, and a device placed on the press table for crimping lead samples on a mandrel by four dies, and also compression of two strikers. Developed drawings and manufactured equipment devices with symmetric compression of samples from each of the four dies. The concept of a horizontal hydraulic press has been developed to prepare the front ends of the sleeves on the mandrel in the area of non-charging charging pilgrim mills. A new method of preparing the front ends of the sleeves with the help of the developed horizontal press is proposed. It involves using one press to service two pilgrim mills, which will reduce capital costs.

**Originality.** Based on the analysis of the kinematics of movement of the heads of the developed device for simulating the preparation of the front ends of the sleeves, it was found that the amount of movement of the top plate per unit of time is 2 times greater than the amount of movement of the cross arms that carry the mandrel with the sample. Such kinematics of the developed device provides synchronous compression of the deformable sample by the same value by each of the four dies.

**Practical value.** The development of a rational method and equipment for preparing the front ends of the sleeves before pilgrim rolling is of great practical importance, so the use of this training increases the productivity of pilgrim mills by 1.5–2.0 % by reducing the time of seed and reducing the end cut.

The developed facility for modeling the sleeve (sample) crimping process on the mandrel made it possible to determine a rational kinematic scheme for uniform crimping of the liner by all four dies and to develop the concept of a new horizontal four-slider hydraulic press. The use of a new method of preparing the ends of the sleeves on a short cylindrical mandrel with the installation of equipment on out-of-station charging between the stands of two pilgrim mills, can significantly reduce equipment costs.

**Key words:** sleeve, press, face, pilgrim mill, modeling, compression.

**Рекомендована к публикации**  
**д. т. н. О. П. Максименко**

**Поступила 25.10.2018**

Metallurgical and Mining  
Industry

www.metalljournal.com.ua