

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ З КЛИНОШАРНІРНИМ ПРИВОДОМ З УВІГНУТИМ КЛИНОМ ДЛЯ РОЗДІЛЮВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

Для машинобудування України в сучасних умовах характерне надзвичайно високе зношування виробничих потужностей, і, в зв'язку з цим, стає актуальним використання ресурсо- і енергоємних технологій. При обмежених оборотних коштах підприємств, рішення проблеми підвищення конкурентоспроможності продукції із прокату найбільш ефективно на базі нових науково-технічних рішень, промислова реалізація яких не вимагає істотних витрат часу й засобів. Тому якісний рівень розвитку заготівельного виробництва можливий за умови створення нового ковальсько-пресового обладнання з підвищеними енергетичними можливостями, жорсткістю й використанням нестандартних виконавчих механізмів [1–4].

У якості виконавчих механізмів можуть бути використані клиношарнірні механізми, які розробляються в Донбаській державній машинобудівній академії (ДДМА). Аналіз проведених досліджень [5] показав, що більш ефективними саме для розділювальних процесів, будуть клиношарнірні механізми з увігнутих клином, у яких графік зміни сили на повзуні відповідає графіку зміни сили при розділенні. Тому задача створення обладнання та оснастки на базі клиношарнірного механізму з увігнутих клином є актуальною.

Значний внесок у створення й подальший розвиток наукових основ розробки обладнання та технологій для реалізації безвідхідних способів відрізування сортового прокату внесли: Зимін А. І., Власов В. І., Живов Л. І., Ланської Є. М., Овчинников А. Г., Рогонов Л. Л., Мещерін В. Т., Соловцов С. С., Фінкель В. М., Тимошенко В. А., Борисов В. М., Висоцький Є. М., а також цілий ряд інших вітчизняних і закордонних вчених [6, 7].

Мета роботи – удосконалення обладнання з клиношарнірним приводом з увігнутих клином для розділювальних операцій.

На рис. 1 представлена принципова конструктивна схема клиношарнірного механізму з увігнутих клином. На схемі (див. рис. 1) позначені, як П1...П4 – конструктивні вузли, що були вдосконалені протягом певного часу при проведенні робіт у даному напрямку.

Для типового клиношарнірного механізму характерна наявність не менше чотирьох поверхонь тертя («клин-напрямні», «клин-шарнір», «шарнір-повзун», «повзун-напрямні») (див. рис. 1), що мають, у порівнянні з габаритними розмірами самого механізму, досить великі площі. Це приводить до того, що умови тертя значно впливають на співвідношення між приводною силою на клині й робочою силою на повзуні, а, отже, і на коефіцієнт корисної дії (ККД) клиношарнірного механізму. Таким чином, високі значення ККД клиношарнірного механізму можна одержати при заміні тертя ковзання тертям кочення.

Для вдосконалення конструктивних вузлів П1 і П4 (див. рис. 1) запропонована конструкція пристрою (рис. 2), в якій під дією горизонтальної сили з боку привода F_T клин 3 своєю увігнутою поверхнею взаємодіє з відповідною опуклою поверхнею шарніра 4 через ролики 5, встановлені в напрямній, закріпленій на клині 3. При цьому довжина напрямної повинна бути більше довжини опуклої поверхні шарніра 4. У свою чергу, шарнір 4 повертається у пазу повзуна 2 і взаємодіє своєю опуклою поверхнею з відповідною поверхнею повзуна 2 через ролики 6, встановлені в напрямній, закріпленій на повзуні 2. При цьому повзун 2 здійснює розділення заготовки вертикальною силою F_B . Запропонована конструкція дозволяє значно зменшити витрати енергії на тертя. При цьому, при зменшенні коефіцієнта тертя до величин 0,01...0,05 за рахунок заміни тертя ковзання тертям кочення, коефіцієнт корисної дії збільшується до 97...99%. Таким чином, підвищуються техніко-економічні показники клинового преса із запропонованим клиношарнірним механізмом.

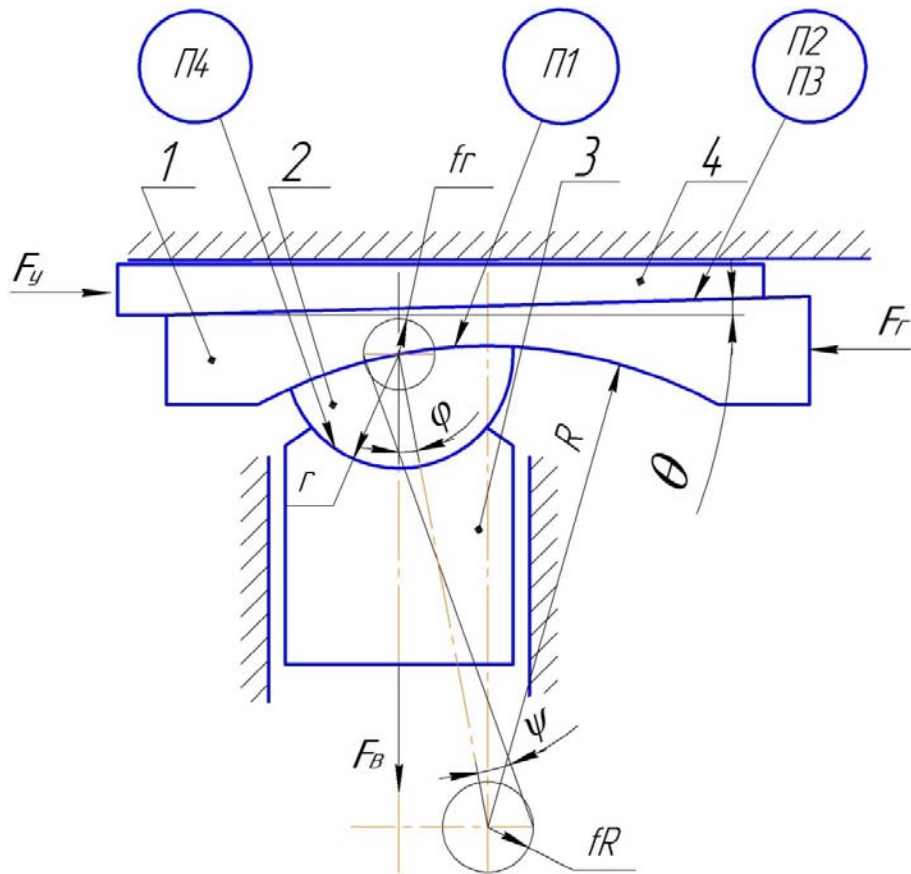


Рис. 1. Принципова конструктивна схема клиношарнірного механізму з увігнутих клином: 1 – увігнутий клин; 2 – шарнір; 3 – повзун; 4 – клин постійного кута нахилу; П1...П4 – конструктивні вузли, які вдосконалені в результаті виконання даної роботи

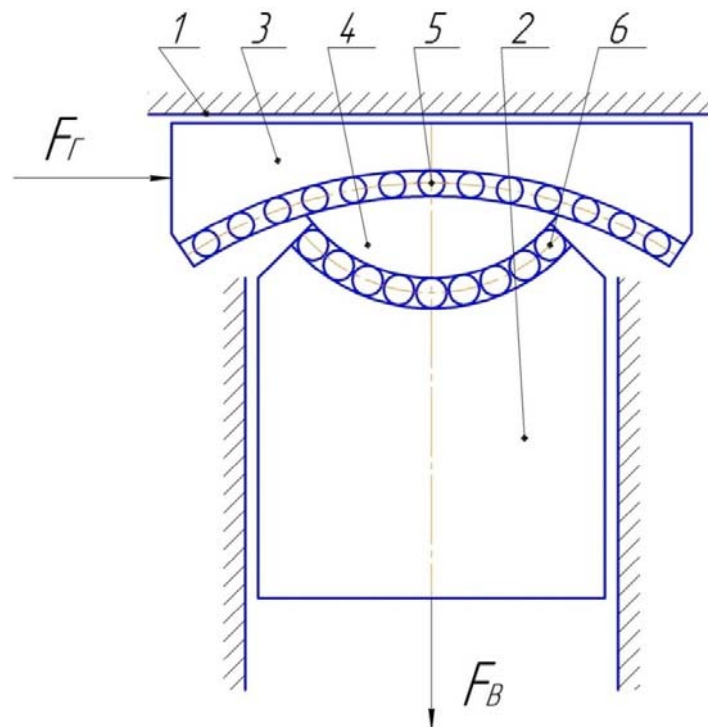


Рис. 2. Клиношарнірний механізм з парами тертя кочення (вузли П1, П4, рис. 1) [8]

Аналіз показав, що значна частка ходу увігнутого клина 1 (див. рис. 1) йде на вибірку зазорів і створення пружної деформації в системі «машина-інструмент». Тому була запропонована схема комбінованого клиношарнірного механізму зі звичайним клином 4 (див. рис. 1) малого кута клиновидності θ , який забезпечує хід наближення, вибірку зазорів і далі надріз заготовки (див. рис. 1, П2, П3). Проведені розрахунки для клиношарнірного механізму з увігнутим клином довели, що співвідношення сил F_B/F_T істотно залежить від кута θ клина 4. Причому з віддаленням повзуна від крайнього нижнього положення, вплив кута θ на співвідношення сил F_B/F_T зростає ще більше. Отже, змінюючи в клиношарнірному механізмі кути φ , θ , можна домогтися різного характеру зміни співвідношення виконавчої F_B й приводної F_T сил, що дозволить для різних операцій ОМТ підібрати конструкцію й режим роботи клиношарнірного механізму, який найбільш точно буде відповідати графікам технологічних сил.

З цією метою конструктивно вузли додаткового клина П2, П3 (див. рис. 1) виконано таким чином, щоб можна було змінювати величину кута θ (рис. 3).

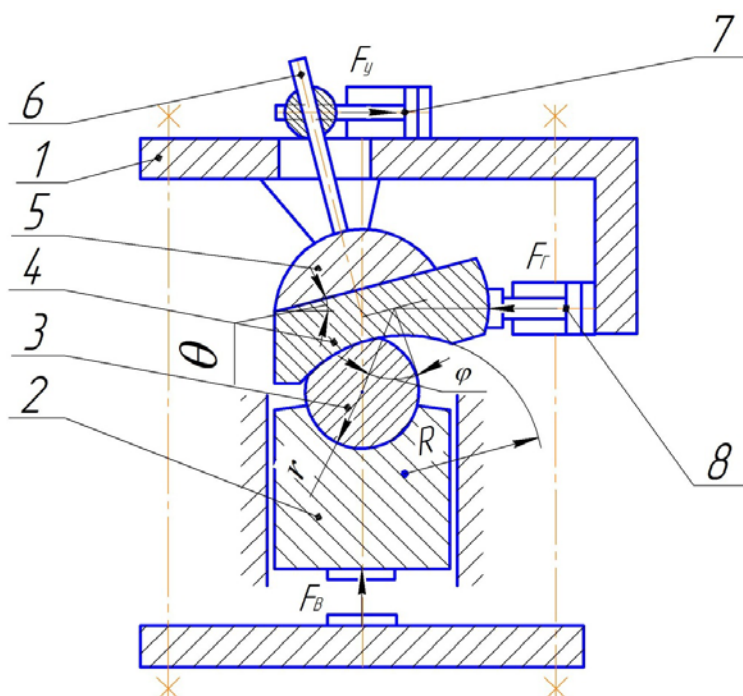


Рис. 3. Конструктивне рішення вузлів П2, П3 у клиношарнірному пресі з увігнутим клином з додатковим механізмом зміни кута θ [9]

Для цього було розроблено клиновий прес, який містить: станину 1, в напрямних якої розміщено повзун 2, шарнір 3 і клин 4, що плоскою робочою поверхнею контактує з упорною деталлю, а другою, увігнутою циліндричною – з шарніром 3, який по випуклій циліндричній поверхні контактує з повзуном 2. При цьому упорна деталь виконана у вигляді сектора циліндра 5 зі штангою 6 з можливістю повороту для зміни кута нахилу упорної деталі за допомогою гідроциліндра 7. Клиновий прес працює таким чином. За допомогою гідроциліндра 8 приводиться в рух клин 4 силою F_T . Рух від клина 4 через шарнір 3 передається до повзуна 2, який здійснює робочий хід вертикальною силою F_B . Поворот упорної деталі 5 здійснюється прикладенням сили F_V з боку гідроциліндра 7 до штанги 6. Застосування такого клинового преса забезпечує підвищення техніко-економічних показників і розширює технологічні можливості обладнання.

З метою підвищення жорсткості обладнання для розділення сортового прокату (труб) (див. рис. 1, П4) розроблено конструкцію пристрою з ексцентричним закручуванням у втулкових

ножах (рис. 4), який містить клиношарнірний механізм у сполученні з рамним повзуном, що дозволяє знизити енергосилові витрати, зменшити величину сили, яка відповідає моменту відрізування прокату, а, отже, зменшити наслідки миттєвого розвантаження обладнання. Пристрій працює в такий спосіб. У вихідному положенні прокат (труба) (не показані) розміщений в отворах втулкових ножів: рухомого і нерухомого, при цьому рухомий ніж встановлено зі зміщенням від вертикального положення на кут 15° для того, щоб вивести систему з рівноваги (з крайнього верхнього положення). Під дією сили привода клин 7 переміщується вниз, взаємодіючи по криволінійній поверхні з шарніром 8, останній повертається навколо своєї осі і коливальний рух шарніра 8 перетворюється в поступальний рух повзуна 9, який переміщується вниз. При цьому камінь рухається вниз, а рухомий ніж повертається на кут 165° щодо нерухомого ножа – до крайнього нижнього положення, здійснюючи відрізок прокату (труби) ексцентричним закручуванням. Після здійснення робочого ходу повзун 9 повертається у вихідний стан під дією сили буфера 14.

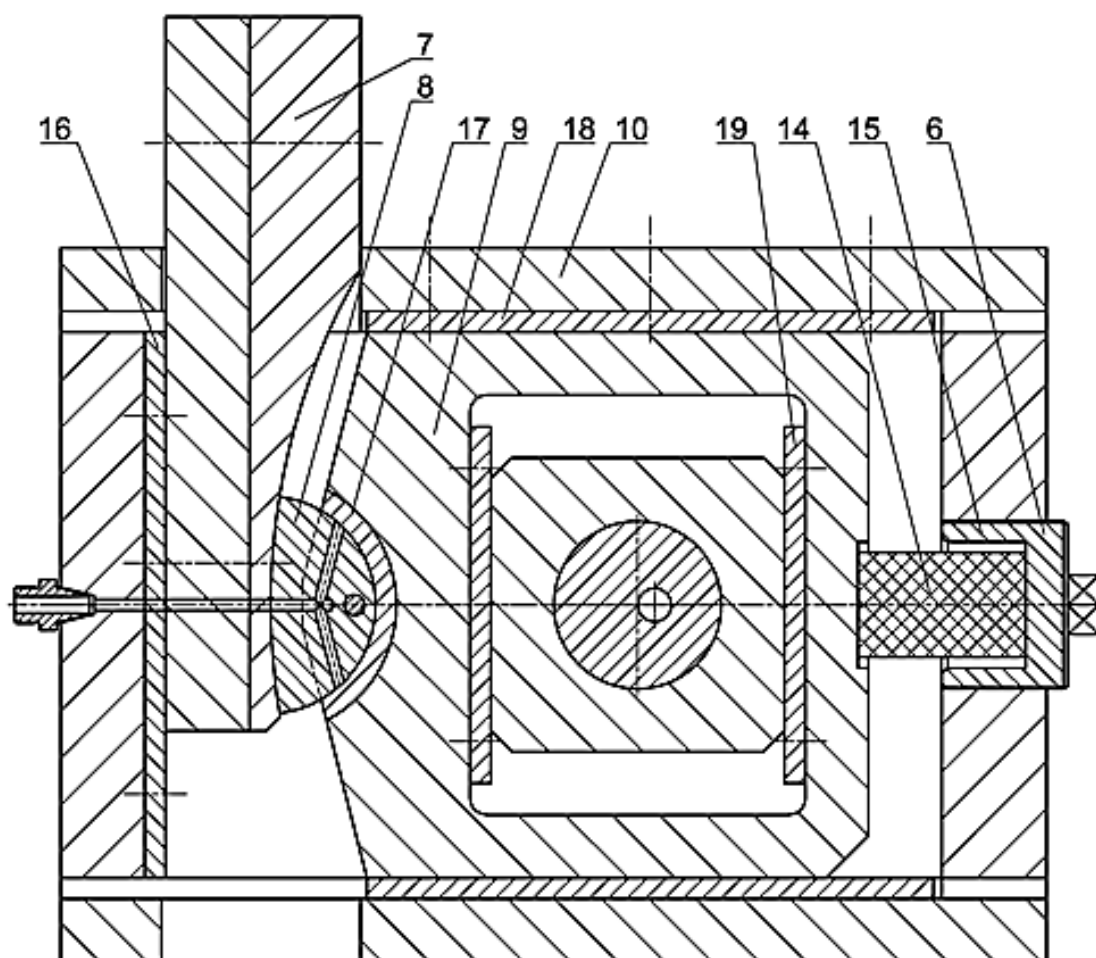


Рис. 4. Пристрій з клиношарнірним механізмом у сполученні з рамним повзуном (конструктивний вузол П4) [10, 11]

З метою поєднання рішень встановлення клиношарнірного механізму у сполученні з рамним повзуном і додатковим клином, який забезпечує поворот увігнутого клина, а тим самим зміну кута θ (див. рис. 1, П2, П3) запропонована конструкція пристрою (рис. 5), в якому між увігнутим клином і плитою, які з'єднані між собою за допомогою шарніра, встановлено клин з постійним кутом нахилу з можливістю зворотно-поступального руху за допомогою різьбової пари, що забезпечує можливість зміни кута нахилу увігнутого клина клиношарнірного механізму.

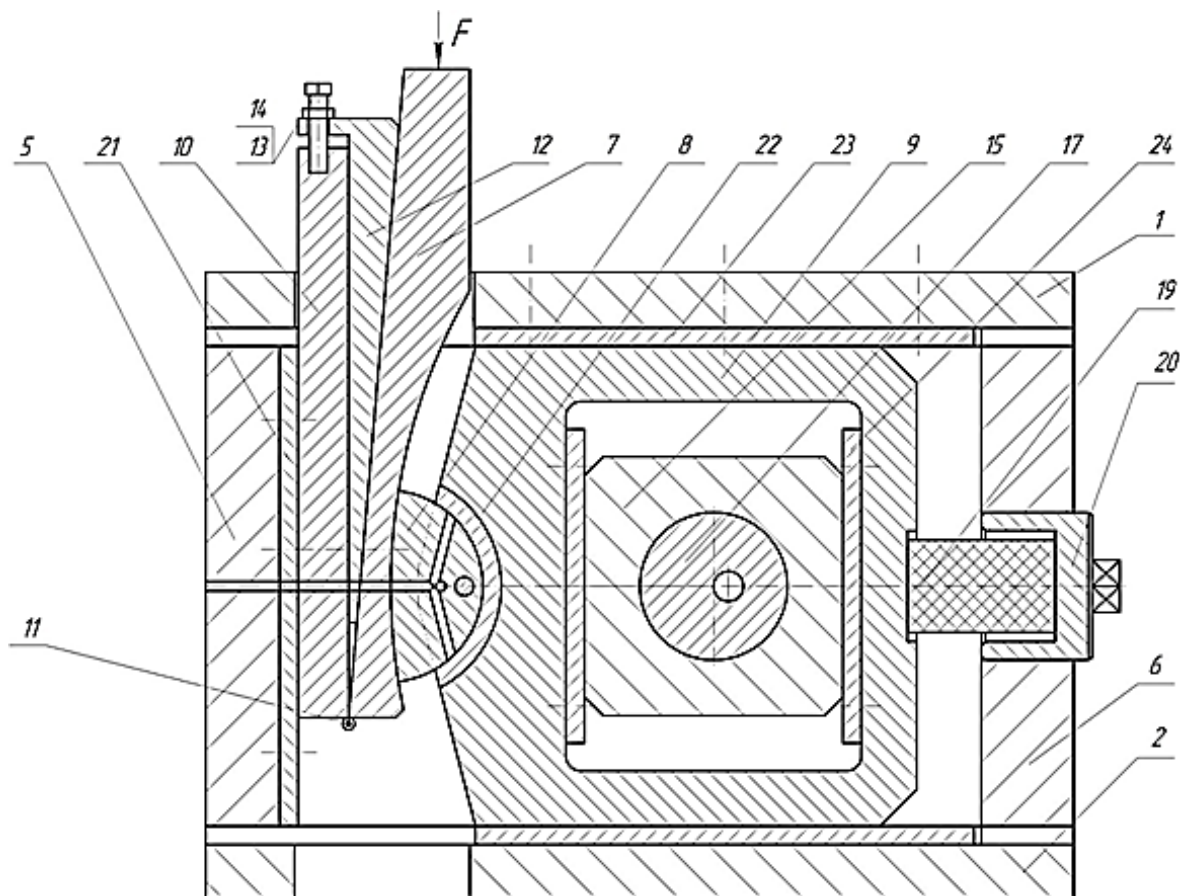


Рис. 5. Пристрій з клиношарнірним механізмом у сполученні з рамним повзуном і додатковим клином (конструктивні вузли П2, П3)

ВИСНОВКИ

1. На підставі виконаного аналізу технологій та обладнання для розділювальних операцій встановлено, що в якості виконавчих механізмів найбільш доцільним є використання клиношарнірних механізмів з увігнутим клином, у яких графік зміни сили навантаження найбільш наближений до технологічного типового графіка зміни сили при відрізуванні заготовок. Заміна пар тертя ковзання на пари тертя кочення призводить до зменшення коефіцієнта тертя до величин 0,01...0,05, при цьому коефіцієнт корисної дії обладнання збільшується до 97...99 %, підвищуються техніко-економічні показники клинового преса.

2. Обґрунтовано використання в пресах із клиношарнірним механізмом з увігнутим клином додаткового клинового механізму для забезпечення ходу наближення, що дозволяє зменшити витрати енергії на пружну деформацію й знизити динамічні навантаження. Проведені розрахунки для клиношарнірного механізму з увігнутим клином довели, що співвідношення сил F_B/F_T істотно залежить від кута додаткового клина. Отже, змінюючи в клиношарнірному механізмі кут нахилу додаткового клина, можна домогтися різного характеру зміни співвідношення виконавчої й приводної сил, що дозволить для різних операцій ОМТ підібрати конструкцію й режим роботи клиношарнірного механізму, який найбільш точно відповідає графікам технологічних сил. Запропонована оригінальна конструкція вузла додаткового клина, яка дозволяє змінювати кут нахилу в заданому діапазоні.

3. З метою підвищення жорсткості обладнання для розділення сортового прокату (труб) розроблено конструкцію пристрою, яка містить клиношарнірний механізм у сполученні з рамним повзуном і додатковим клином, що дозволяє знизити енергосилові витрати, зменшити величину сили, яка відповідає моменту відрізування прокату, а, отже, зменшити наслідки миттєвого розвантаження обладнання.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Живов Л. И., Овчинников А. Г., Складчиков Е. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для вузов / под ред. Живова Л. И. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 560 с.
2. Банкетов А. Н., Бочаров Ю. А., Добринский Н. С. и др. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для вузов / под ред. Банкетова А. Н., Ланского Е. Н. Москва: Машиностроение, 1982. 576 с.
3. Власов В. И., Борзыкин А. Я., Букин-Батырев И.К. и др. Кривошипные кузнечно-прессовые машины / под ред. Власова В. И. Москва: Машиностроение, 1982. 424 с.
4. Живов Л. И., Овчинников А. Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. Киев: Вища школа, 1981. 376 с.
5. Роганов Л. Л., Чоста Н. В. Совершенствование клиношарнирных механизмов прессов для разделительных процессов обработки давлением: монография. Краматорск: ДГМА, 2015. 141 с.
6. Соловцов С. С. Безотходная разрезка сортового проката в штампах. Москва: Машиностроение, 1985. 176 с.
7. Финкель В. М., Головин Ю. И., Родюков Г. Б. Холодная ломка проката. Москва: Metallurgy, 1982. 192 с.
8. Чоста Н. В., Дорофеев В. О. Клиновый прес: патент 134612 Україна: В 23D 23/00. 2019, Бюл. № 10.
9. Карнаух С.Г., Чоста Н. В. Клиновый прес: патент №134608 Україна: В23D 23/00. 2019, Бюл. № 10.
10. Карнаух С. Г., Чоста Н. В. Пристрій для поділу сортового прокату на мірні заготовки відрізкою зсувом: патент № 23759 Україна: В 23D 31/00, В23D 23/00. 2007, Бюл. № 8.
11. Карнаух С. Г., Чоста Н. В. Пристрій для поділу сортового прокату на мірні заготовки відрізнанням зсувом: патент № 24635 Україна: В 23D 31/00, В23D 23/00. 2007, Бюл. № 10.

REFERENCES

1. Zhivov L.I., Ovchinnikov A.G., Skladchikov E.N. Forging and stamping equipment: a textbook for high schools. Ed. Zhivov L.I. Moscow: MSTU N.E. Bauman. 2006, 560 p. (in Russian).
2. Banquetov A.N., Bocharov Yu.A., Dobrinsky N.S. et al. Forging and stamping equipment: a textbook for high schools. Eds. Banquetov A.N., Lansky E.N. Moscow: Mechanical Engineering. 1982, 576 p. (in Russian).
3. Vlasov V.I., Borzykin A.Ya., Bukin-Batyrev I.K. et al. Crank forging machines. Ed. Vlasov V.I. Moscow: Mechanical Engineering. 1982, 424 p. (in Russian).
4. Zhivov L.I., Ovchinnikov A.G. Forging and stamping equipment. Press. Kiev: High school. 1981, 376 p. (in Russian).
5. Roganov L.L., Chosta N.V. Improvement of clinically hinged press mechanisms for separation processes of pressure treatment: monograph. Kramatorsk: DSEA. 2015, 141 p. (in Russian).
6. Solovtsov S.S. Non-waste cutting of long products in stamps. Moscow: Mechanical Engineering. 1985, 176 p. (in Russian).
7. Finkel V.M., Golovin Yu.I., Rodyukov G.B. Cold breaking of rolled metal. Moscow: Metallurgy. 1982, 192 p. (in Russian).
8. Chosta N.V., Dorofeev V.O. Wedge press. Pat. Ukraine 134612. 2019.
9. Karnaukh S.G., Chosta N.V. Wedge press. Pat. Ukraine 134608. 2019.
10. Karnaukh S.G., Chosta N.V. Device for the supply of high-quality long-rolled steel at the world's billet by supplying bids. Pat. Ukraine 23759. 2007.
11. Karnaukh S.G., Chosta N.V. Pat. Device for the supply of high-quality long-rolled steel on the basis of procurement of goods for sale. Ukraine 24635. 2007.

Чоста Н. В. – канд. техн. наук, доц. каф. ОПМ ДДМА.

ДДМА – Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ.

E-mail: okmm@dgma.donetsk.ua

Стаття надійшла до редакції 08.09.2019 р.