

УДК 621.924.7

ЗАЛЮБОВСЬКИЙ М. Г.¹, ПАНАСЮК І. В.²,
МАЛИШЕВ В. В.¹

¹Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»

²Київський національний університет технологій та дизайну

ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ВЕДУЧОГО ВАЛУ МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД

Мета. Аналітичне дослідження процесу відділення металевих деталей замка «блискавка» в машині, робоча ємкість якої виконує складний просторовий рух, для визначення необхідної кутової швидкості ведучого валу машини.

Методика. Проведено аналітичне дослідження основних факторів, які впливають на реалізацію технологічного процесу відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників у галтувальних машинах, робочі ємкості яких виконують складний просторовий рух.

Результати. На основі проведеного аналітичного дослідження процесу відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників отримано математичні залежності, що дають можливість прогнозувати технологічний результат на стадії проектування. Аналітично встановлено, що при реалізації водоспадного режиму руху практично відсутня сила тертя робочого масиву по внутрішнім стінкам ємкості, що створює умови для підвищення інтенсивності виконання технологічного процесу. Відповідно при каскадному режимі руху інтенсивність відділення деталей від ливників буде значно меншою.

Наукова новизна. Встановлено взаємозв'язок між геометричними параметрами робочої ємкості, що виконує складний просторовий рух, кінцевою швидкістю переміщення робочого масиву в момент зіткнення з торцем ємкості та кутовою швидкістю ведучого валу машини, яка забезпечує інтенсивну реалізацію відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників.

Практична значимість. Отримані математичні залежності для розрахунку кутової швидкості ведучого валу машини зі складним рухом робочої ємкості для реалізації технологічного процесу відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників. Результати досліджень можуть бути використані підприємствами на стадії проектування відповідних технологічних процесів обробки металевих деталей з метою підвищення продуктивності виробництва та одночасного зменшення енерговитрат.

Ключові слова: відділення від ливників, замок «блискавка», металеві деталі, робоча ємкість.

Вступ. Формоутворення металевих деталей замка «блискавка» відбувається шляхом лиття [1]. Після лиття утворюються, так звані ливникові системи, які складаються з самого ливника та певної кількості (від двох до тридцяти) деталей, що з'єднані з ливником. В подальших етапах обробки деталі необхідно відділити від ливників. У місцях з'єднання деталей з ливником утворюється найменша площа поперечного перерізу ливникової системи для зручного відділення деталей від ливників. Такі типи деталей на деяких підприємствах відділяються від ливників за допомогою ручної праці, що є низькопродуктивним та дуже затратним процесом. На інших підприємствах використовується процес масового відділення деталей від ливників, зазвичай, в середині обертальних ємкостей [2, 3]. Однак, обробка в машинах, робочі ємкості яких виконують обертальний рух низькопродуктивна [4], на неї витрачається значна частина технологічного часу.

Постановка завдання. Скоротити час, що витрачається на відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників можна за рахунок підвищення інтенсивності переміщення робочого масиву. Підвищення інтенсивності переміщення робочого масиву

можна досягнути за рахунок використання обладнання [5, 6] в якому робоча ємкість виконує складний просторовий рух.

Однак, на сьогоднішній день практично відсутні будь-які настанови щодо відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників в машині, робоча ємкість якої виконує складний просторовий рух. На єдиному підприємстві України (ПрАТ «Молнія»), що спеціалізується по виготовленню деталей замка «блискавка», технологічні режими обробки приймаються фактично інтуїтивно, без об'єктивного наукового врахування факторів, які можуть впливати на зміну інтенсивності обробки. Окрім того, для обробки даних деталей, до сих пір, використовується застаріле обладнання, а саме галтувальні розділово-полірувальні 8-ми гранні барабани К-36 «Ortilon».

Таким чином, прогнозування технологічного результату на стадії проектування при виконанні відповідних технологічних операцій, є актуальною задачею на сьогоднішній день.

Результати дослідження. Процес відділення металевих деталей від ливників відбувається при їх відносному переміщенні в середині робочої ємкості, що виконує складний просторовий рух. Ливникові системи, переміщаючись в середині ємкості, вдаряються об її стінки, внаслідок чого відбувається руйнування ливникової системи в тих місцях, де ливникова система утворює найменший поперечний переріз. В залежності від кутової швидкості ведучого валу машини в середині ємкості може реалізуватися каскадний, змішаний або водоспадний режими руху робочого масиву. На рис. 1 представлено різні типи ливникових систем замка «блискавка», які можуть оброблятися в ємкостях з різним характером руху.



Рис. 1. Різні типи ливникових систем замка «блискавка»

В роботі [7] отримано вираз, для визначення постійної кутової швидкості ω ведучого валу «базової» конструкції машини в залежності від прискорення центра торця робочої ємкості, що переміщається з меншою інтенсивністю, та її габаритних параметрів:

$$\omega = \sqrt{\frac{a}{n \cdot 0,326}}, \quad (1)$$

де n – це масштабний коефіцієнт машини по відношенню до «базового типорозміру». За базовий типорозмір, у роботі [7], було прийнято машину з наступними геометричними

параметрами: довжина ємкості $l_y=0,160$ м, діаметр ємкості $D_{PC}=0,12$ м, об'єм ємкості $V_{PC}=0,0018$ м³ (1,8 л), міжосьова довжина ємкості $l_{PC}=0,1$ м.

У рівнянні (1) застосовано масштабний коефіцієнт n у відповідності до «базового типорозміру» машини, який представлений у роботі [7]. Даний масштабний коефіцієнт представляє собою пропорційну зміну усіх геометричних розмірів робочої ємкості. Однак, зазвичай на практиці, можуть використовуватися машини в яких не всі розміри змінюються пропорційно до масштабного коефіцієнту. При виконанні технологічного процесу відділення деталей від ливників основним є переміщення робочого масиву вздовж вісі робочої ємкості, коли переважна більшість деталей буде відділятися від ливників саме в момент зіткнень їх із торцями ємкості. У зв'язку з цим, більш доречніше буде, у рівняння (1) замість масштабного коефіцієнту n ввести відношення довжини робочої ємкості l_y , для якої розраховується кутова швидкість ведучого валу машини ω до довжини робочої ємкості «базового типорозміру» $l_{y.баз.}=0,16$ м, цим самим виключивши вплив такого геометричного параметру, як діаметр робочої ємкості. З урахуванням цього, вираз (1) матиме вигляд:

$$\omega = \sqrt{\frac{a}{2,04 \cdot l_y}}. \quad (2)$$

Далі необхідно визначити прискорення з яким буде рухатися робочий масив в середині робочої ємкості під час виконання технологічної операції відділення деталей від ливників.

Відомо [8, 9], що в машині, ємкість якої виконує складний просторовий рух, робоче середовище (оброблювані деталі), найбільш інтенсивно переміщається вздовж осі ємкості. Робоче середовище, рухаючись вздовж осі ємкості X , між її протилежними торцями, переміщається чотири рази за один оберт ведучого валу машини та має найбільшу амплітуду переміщення. Відділення деталей від ливників буде відбуватися в той час, коли робоче середовище, рухаючись вздовж осі ємкості X вдарятиметься об один з торців ємкості, що розташований нижче по відношенню до протилежного. У зв'язку з цим будемо розглядати переміщення робочого масиву лише вздовж осі X робочої ємкості.

При водоспадному режимі руху відбувається вільний політ робочого масиву між протилежними торцями ємкості, тобто фактично повністю виключається вплив сили тертя, яка неминуче буде виникати при каскадному та змішаному режимах руху. При каскадному та змішаному режимах руху інтенсивність переміщення робочого середовища між протилежними торцями ємкості буде зменшена за рахунок виникнення сили тертя між робочим середовищем та стінкою ємкості, по якій воно буде повністю чи частково проковзувати.

Розглянемо переміщення робочого масиву між протилежними торцями ємкості при реалізації різних режимів руху. При водоспадному режимі руху деталі будуть знаходитися у стані вільного польоту. Оброблювані деталі, при їх вільному польоті вздовж осі ємкості X , будуть переміщатися, як єдиний масив фактично під дією двох сил – сили інерції F_{in} та сили тяжіння G . При каскадному режимі руху буде виникати ще й сила тертя $A_{Fmp.x}$ при проковзуванні робочого масиву по внутрішній стінці робочої ємкості.

Для визначення напрямку векторів сил, які діють на робочий масив, розглянемо відповідне положення ємкості. Розрахункова схема для визначення сил, що діють на робочий

масив представлена на рис. 2 (а – при реалізації водоспадного режиму, б – при реалізації каскадного режиму руху).

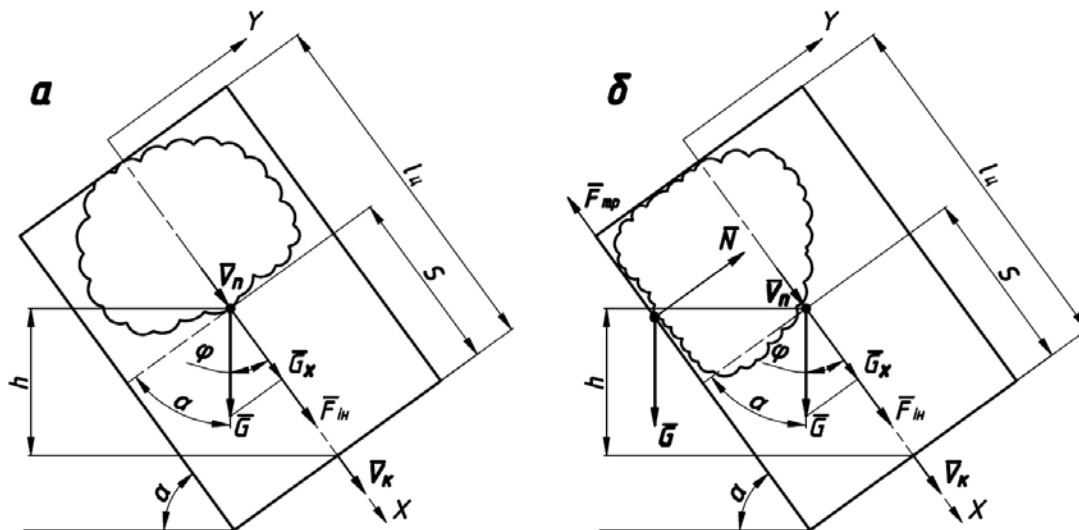


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення робіт сил, що діють на робочий масив (а – при реалізації водоспадного режиму, б – при реалізації каскадного режиму руху)

Відомо [10, 11], що найінтенсивніше вздовжосьове переміщення робочого середовища в середині ємкості відбувається в тому випадку, коли утворюється максимальний кут нахилу α осі робочої ємкості до горизонтальної площини. В базовій конструкції машини [12] кут α становить 54° . Саме, перед досягненням такого положення робочої ємкості, центр її торця, де сконцентроване усе робоче середовище, рухаючись вгору, починає різко сповільнятися та дуже швидко змінює своє положення, в результаті чого, робочий масив, під дією сили інерції, що отримав від торця ємкості, починає рухатися вниз, вздовж осі ємкості X , до протилежного її торця. Протилежний торець ємкості, в цей час, так само, швидко змінивши своє розташування та опиняється вже в крайньому нижньому положенні. Таким чином, фактично відбувається вільний політ робочого масиву від верхнього торця до нижнього під дією сили інерції F_{in} та доповнюється силою тяжіння G . Будемо вважати, що напрям сили інерції співпадає з віссю X робочої ємкості, відповідно напрям сили тяжіння направлений вертикально вниз. Між напрямками цих сил утворюється кут φ .

Запишемо теорему про зміну кінетичної енергії матеріальної точки, розглянувши переміщення робочого масиву, як єдине ціле, в момент зіткнення з торцем робочої ємкості:

$$\frac{m_x V_{k,x}^2}{2} - \frac{m_x V_{n,x}^2}{2} = \sum A_{i,x}, \quad (3)$$

де m_x – маса усього робочого масиву, $V_{k,x}$ – швидкість робочого масиву в момент зіткнення з торцем робочої ємкості, $V_{n,x}$ – швидкість робочого масиву в момент початку його переміщення $V_{n,x}=0$, A_i – роботи всіх сил, що діють на робочий масив під час його вільного польоту.

В зв'язку з тим, що в процесі виконання технологічних операцій, обробляються (відділяються від ливників) різні типи ливникових систем, у яких різна кількість деталей, що

з'єднані з ливником, то в позначення додавався нижній індекс x . Нижній індекс x відповідав кількості деталей, що закріплені на ливниковій системі відповідного типу.

В свою чергу:

$$\sum A_{i.x} = A_{F_{in}.x} + A_{G.x} + A_{F_{mp}.x}, \quad (4)$$

де $A_{F_{in}.x}$ – робота сили інерції, $A_{G.x}$ – робота сили тяжіння, $A_{F_{mp}.x}$ – робота сили тертя.

Далі запишемо вираз для визначення роботи сили інерції:

$$A_{F_{in}.x} = F_{in.x} \cdot l_{роб.}, \quad (5)$$

де $l_{роб.}$ – переміщення робочого масиву вздовж осі ємкості.

Вільне переміщення робочого масиву $l_{роб.}$ в середині ємкості вздовж її вісі залежить від ступеня її заповнення. Вираз для визначення переміщення робочого масиву $l_{роб.}$ вздовж осі ємкості, в залежності від ступеня заповнення ємкості, матиме вигляд:

$$l_{роб.} = \frac{(100 - V_{роб.x}) \cdot l_u}{100}, \quad (6)$$

де $V_{роб.x}$ – об'єм заповнення робочої ємкості у %.

Вираз для визначення сили тяжіння матиме вигляд:

$$A_{G.x} = G \cdot h, \quad (7)$$

де h – висота, на яку опускається сипкий масив. Вираз для визначення h , матиме вигляд:

$$h = l_{роб.} \sin \alpha. \quad (8)$$

Вираз (7) з урахуванням (8) матиме вигляд:

$$A_{G.x} = Gl_{роб.} \sin \alpha. \quad (9)$$

Силу інерції та силу тяжіння можна визначити наступним чином:

$$F_{in.x} = ma, \quad (10)$$

де a – прискорення, з яким переміщається робочий масив в середині ємкості, тобто максимальне прискорення, з яким переміщався центр торця ємкості безпосередньо перед різким його сповільненням, в той час, як робочий масив безпосередньо контактував з ним.

$$G_x = mg, \quad (11)$$

де g – прискорення вільного падіння.

Оскільки розглядаємо переміщення робочого масиву лише вздовж вісі ємкості X і напрям сили тяжіння не співпадає з цією віссю, то будемо приймати до уваги лише складову сили тяжіння G_x , яка діє вздовж осі ємкості x , таким чином, з урахуванням виразу (11):

$$G_x = mg \sin \alpha, \quad (12)$$

Підставимо значення виразів (12) та (11) у рівняння (5) та (9) відповідно:

$$A_{F_{in}.x} = ma_g l_{роб.}. \quad (13)$$

$$A_{G.x} = mgl_{роб.} \sin^2 \alpha. \quad (14)$$

Робота сили тертя $A_{F_{mp}.x}$ буде залежати від реалізації відповідного режиму руху робочого масиву. При реалізації водоспадного режиму руху вплив роботи сили тертя буде виключений, $A_{F_{mp}.x}=0$. При каскадному режимі рух увесь робочий масив, при переміщенні

між торцями, проковзує по поверхні робочої ємкості. Робота сили тертя визначатиметься наступним чином:

$$A_{F_{\text{тнх}}} = fmg l_{\text{роб.}} \cos \alpha, \quad (15)$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання. Експериментальним шляхом було встановлено коефіцієнт тертя ковзання $f \approx 0,38$.

Відомо [4], що при змішаному режимі рух приблизно половина робочого масиву буде знаходитися у стані вільного польоту, а інша половина буде переміщатися між торцями, проковзуючи по внутрішній поверхні робочої ємкості.

В зв'язку з цим, у вираз (15) додамо коефіцієнт μ відповідності режиму руху робочого масиву. Для водоспадного режиму рух – $\mu=0$, для каскадного – $\mu=1$, для змішаного – $\mu=0,5$. Запишемо вираз (15) з урахуванням коефіцієнту μ :

$$A_{F_{\text{тнх}}} = \mu fmg l_{\text{роб.}} \cos \alpha. \quad (16)$$

Запишемо рівняння (1) з урахуванням (13), (14) та (16):

$$\frac{m_x V_{\text{к.х}}^2}{2} = mal_{\text{роб.}} + mgl_{\text{роб.}} \sin^2 \alpha - \mu fmg l_{\text{роб.}} \cos \alpha. \quad (17)$$

Виконавши арифметичні та тригонометричні перетворення, виразимо a з рівняння (17):

$$a = \frac{0,5V_{\text{к.х}}^2 - gl_{\text{роб.}} + gl_{\text{роб.}} \cos 2\alpha + \mu fgl_{\text{роб.}} \cos \alpha}{l_{\text{роб.}}}. \quad (18)$$

Таким чином, за виразом (18) можна визначити необхідне повне прискорення торця ємкості a , яке забезпечує реалізацію відділення деталей від ливників. Для розрахунку необхідного повного прискорення торця ємкості a потрібно задаватися геометричними параметрами робочої ємкості, зокрема довжиною ємкості $l_{\text{ц}}$, а також знати значення кінцевої лінійної швидкості $V_{\text{к.х}}$ переміщення робочого масиву в момент зіткнення зі стінкою робочої ємкості, яка забезпечує відділення деталі від ливника.

Далі підставимо вираз (18) у рівняння (2):

$$\omega = \sqrt{\frac{0,5V_{\text{к.х}}^2 - gl_{\text{роб.}} + gl_{\text{роб.}} \cos 2\alpha + \mu fgl_{\text{роб.}} \cos \alpha}{2,04 \cdot l_{\text{ц}} \cdot l_{\text{роб.}}}}. \quad (19)$$

Висновки:

1. Досліджено процес відділення металевих деталей замка «блискавка» в машині, робоча ємкість якої виконує складний просторовий рух, для визначення необхідної кутової швидкості ведучого валу машини.

2. Отримані математичні залежності для розрахунку кутової швидкості ведучого валу машини зі складним рухом робочої ємкості для реалізації технологічного процесу відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників.

Література

1. Бурмістенков О.П. Виробництво литих деталей та виробів з полімерних матеріалів у взуттєвій та шкіргалантерейній промисловості: монографія / Під заг. ред. В.П. Коновала. – Хмельницький: ХНУ, 2007. – 255 с;
2. Першин В.Ф. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа / Першин В.Ф., Однолько В.Г., Першина С.В. // Монография – М.: Машиностроение, 2009. – 220 с;
3. Валуйский, В.Я. Продвижение сыпучих продуктов через наклонный барабан / В.Я. Валуйский // Известия вузов. Сер. Пищевая технология. – 1965. – № 1. – С. 139 – 142;
4. Залюбовський М. Г. Машини зі складним рухом робочих ємкостей для обробки полімерних деталей / М. Г. Залюбовський, І. В. Панасюк, В. В. Малишев – К.: Університет «Україна», 2018. – 228 с;
5. Панасюк І.В. Визначення залежності режиму руху робочого середовища у ємкості зі складним рухом від кутової швидкості ведучого валу / І.В. Панасюк, М.Г. Залюбовський // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну – 2015. – №1. – С. 43-52;
6. Панасюк І.В. Визначення закону зміни кутової швидкості ведучого валу машини для обробки деталей зі складним рухом робочої ємкості / І.В. Панасюк, М.Г. Залюбовський // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну – 2015. – №5. – С. 40-46;
7. Igor Panasyuk. Driving machine shaft angular velocity impact on motion conditional change of granular medium in working reservoir for components compounding and process / Igor Panasyuk, Mark Zalyubovskiy // Metallurgical and Mining Industry – 2015. – №3. – С. 260-264;
8. Панасюк І.В. Експериментальне дослідження руху частинки сипкого середовища у робочій ємкості, що здійснює складний рух / І.В.Панасюк, М.Г.Залюбовський // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну – 2014. – №6. – С. 35-42;
9. С. Mayer-Laigle. Mixing dynamics for easy flowing powders in a lab scale Turbula mixer / С. Mayer-Laigle, С. Gatumel, Н. Berthiaux // Chemical Engineering Research and Design

References

1. Burmistenkov, O. (2007). *Vyrobnytstvo lytykh detalei ta vyrobiv z polimernykh materialiv u vzuttievii ta shkirhalantereynii promyslovosti: monohrafiia* [Manufacture of cast details and articles of polymeric materials in the shoe and leather industry: monograph]. Khmelnytskyi: KhNU [in Ukrainian].
2. Pershin, V., Odnolko, V., & Pershina, S. (2009). *Pererabotka sypuchikh materialov v mashinakh barabannogo tipa* [Processing bulk materials in drum type machines]. Moscow: Mashinostroenie [in Russian];
3. Valuiskii, V. (1965). *Prodvizhenie sypuchikh produktov cherez naklonnyi baraban* [Promotion of bulk products through an inclined drum]. *Izvestiia vuzov. Pishchevaia tekhnologiya – News of universities. Food technology*, 1, 139 – 142 [in Russian];
4. Zalyubovskiy, M., Panasyuk, I., & Malyshev V. (2007). *Mashyny zi skladnym rukhom robochykh yemkosti dlia obrobky polimernykh detalei: monohrafiia* [Machines with complex movement of working capacities for processing of polymer parts]. Kyiv: University “Ukraine” [in Ukrainian].
5. Panasyuk, I., Zalyubovskiy, M. (2015). *Vyznachennia zalezhnosti rezhymu rukhu robochoho seredovyscha u yemkosti zi skladnym rukhom vid kutovoi shvydkosti veduchoho valu* [Determination of the dependence of the mode of motion of the working medium in a container with complex motion on the angular velocity of the drive shaft], *Visnyk KNUTD – Bulletin of the KNUTD*, 1, 43-52 [in Ukrainian].
6. Panasyuk, I., Zalyubovskiy, M. (2015). *Vyznachennia zakonu zminy kutovoi shvydkosti veduchoho valu mashyny dlia obrobky detalei zi skladnym rukhom robochoi yemkosti* [Determination of the law of change of angular velocity of the driving shaft of the machine for processing parts with complex movement of the working capacity], *Visnyk KNUTD – Bulletin of the KNUTD*, 5, 40-46 [in Ukrainian].
7. Panasyuk, I., Zalyubovskiy, M. (2015). *Driving machine shaft angular velocity impact on motion conditional change of granular medium in working reservoir for components compounding and process*. *Metallurgical and Mining Industry*, Vol. 3, 260 – 264 [in English];
8. Panasiuk, I., Zaliubovskyi, M. (2014). *Eksperementalne doslidzhennia rukhu chastynky sypkoho seredovyscha u robochii yemkosti, shcho zdiisniue skladnyi rukh*. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnologii ta dyzainu* [Experimental study of the motion of a friable medium particle in a working volume carrying complex movement], *Visnyk KNUTD – Bulletin of the KNUTD*, 6, 35-42 [in Ukrainian].

Volume 95, March 2015, Pages 248-261;

10. M. Marigo. Discrete Element Method Modelling of Complex Granular Motion in Mixing Vessels: Evaluation and Validation: dissertation EngD / M. Marigo. - The University of Birmingham, UK., 2012;

11. Zalyubovskiy M.G. Experimental investigation of the handling process of polymeric units in a machine with a compacted space movement of working container / Zalyubovskiy M.G., Panasyuk I.V., Smirnov Y.I., Klaptsov Y.V., Malyshev V.V. // Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design – 2019. – №2. Vol 132, – С. 24-32;

12. Панасюк І.В. Визначення деяких конструктивних параметрів змішувачів з тривимірним обертанням барабану / І.В. Панасюк, М.Г. Залюбовський // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну – 2013. – №5. – С. 76-81.

9. Mayer-Laigle C., Gatamel, C., & Berthiaux, H. (2015). Mixing dynamics for easy flowing powders in a lab scale Turbula mixer. Chemical Engineering Research and Design. [in English];

10. Marigo, M. (2012). Discrete Element Method Modelling of Complex Granular Motion in Mixing Vessels: Evaluation and Validation: dissertation EngD. [in English];

11. Zalyubovskiy, M., Panasyuk, I., Smirnov Y., Klaptsov, Y., & Malyshev, V. (2019). Experimental investigation of the handling process of polymeric units in a machine with a compacted space movement of working container. Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design, 2, Vol 132, 24-32. [in English];

12. Panasyuk, I., Zalyubovskiy, M. (2013). Vyznachennia deiakykh konstruktyvnykh parametriv zmishuvachiv z tryvymirnym obertanniam barabanu [Determination of some design parameters of mixers with three-dimensional rotation of the drum], *Visnyk KNUTD – Bulletin of the KNUTD*, 5, 76-81 [in Ukrainian].

ZALIUBOVSKIY MARK

markzalubovskiy@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6258-0088>

Open University of Human Development «Ukraine»

IGOR PANASYUK

panasjuk1961@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6671-4266>

ResearcherID: D-4255-2017

Kyiv National University of Technologies & Design

MALYSHEV VICTOR

viktor.malyshev.igic@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2756-3236>

Open University of Human Development «Ukraine»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВЕДУЩЕГО ВАЛА МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ЗАЛЮБОВСКИЙ М. Г.¹, ПАНАСЮК И. В.², МАЛЫШЕВ В. В.¹

¹ Открытый международный университет развития человека «Украина»,

² Киевский национальный университет технологий и дизайна,

Цель. Аналитическое исследование процесса отделения металлических деталей замка «молния» в машине, рабочая емкость которой выполняет сложное пространственное движение, для определения необходимой угловой скорости ведущего вала машины.

Методика. Проведено аналитическое исследование основных факторов, влияющих на реализацию технологического процесса отделения металлических деталей замка «молния» от литников в галтовочных емкостях, выполняющих сложное пространственное движение.

Результаты. На основе проведенного аналитического исследования процесса отделения металлических деталей замка «молния» от литников получены математические зависимости, позволяющие прогнозировать технологический результат на стадии проектирования. Аналитически установлено, что при реализации водопадного режима движения практически отсутствует сила трения рабочего массива по внутренним стенкам емкости, что создает условия для повышения интенсивности выполнения технологического процесса. Соответственно при каскадном режиме движения интенсивность отделения деталей от литников будет значительно меньше.

Научная новизна. Установлена взаимосвязь между геометрическими параметрами рабочей емкости, выполняющей сложное пространственное движение, конечной скоростью перемещения рабочего массива в момент столкновения с торцом емкости и угловой скоростью ведущего вала машины, которая обеспечивает реализацию отделения металлических деталей замка «молния» от литников.

Практическая значимость. Полученные математические зависимости для расчета угловой скорости ведущего вала машины со сложным движением рабочей емкости для реализации технологического процесса отделения металлических деталей замка «молния» от литников. Результаты исследований могут быть использованы предприятиями на стадии проектирования соответствующих технологических процессов обработки металлических деталей с целью повышения продуктивности изготовления и одновременного уменьшения энергозатрат.

Ключевые слова: отделение от литников, замок «молния», металлические детали, рабочая емкость.

DETERMINATION OF THE ROTATIONAL SPEED OF THE DRIVE SHAFT A MACHINE FOR PROCESSING PARTS: THE ENERGY APPROACH ZALYUBOVSKIY M. G.¹, PANASYUK I. V.², MALYSHEV V. V.¹

¹ Open University of Human Development «Ukraine»

² Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. An analytical study of the process of separating the metal parts of the "lightning" lock in a machine with complex movement of working capacity, to determine the necessary angular velocity of the drive shaft of the machine.

Methodology. An analytical study of the main factors affecting the implementation of the technological process of separating the metal parts of the "lightning" lock from the gates in a machine with complex movement of working capacity.

Results. Based on the analytical study of the process of separating the metal parts of the "lightning" lock from the gates, mathematical dependences are obtained that allow us to predict the technological result at the design stage. It has been analytically established that during the implementation of the waterfall mode of movement, there is practically no friction force of the working mass along the inner walls of the working capacity, which creates conditions for increasing the intensity of the process. Accordingly, with a cascade mode of motion, the intensity of separation of parts from the gates will be significantly less.

Scientific novelty. A relationship has been established between the geometric parameters of the working capacity, performing complex spatial motion, the final velocity of the working mass at the moment of collision with the end face of the tank, and the angular velocity of the drive shaft of the machine, which ensures the separation of the metal parts of the "lightning" lock from the gates.

Practical significance. The obtained mathematical dependences for calculating the angular velocity of the drive shaft of the machine with a complex movement of the working capacity for the implementation of the technological process of separating the metal parts from the gates. The research results can be used by enterprises at the stage of designing the appropriate technological processes for processing metal parts in order to increase production productivity and at the same time reduce energy costs.

Key words: separation from sprues, "lightning" lock, metal parts, working capacity.