

УДК 621.924.7

ЗАЛЮБОВСЬКИЙ М. Г.¹, ПАНАСЮК І. В.²

¹Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»

²Київський національний університет технологій та дизайну

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ МЕТАЛЕВИХ ВІДЛИВОК ДЕТАЛЕЙ ЗАМКА «БЛИСКАВКА» НА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ОБРОБКИ В ГАЛТУВАЛЬНІЙ МАШИНІ

Мета. Експериментально дослідити інтенсивність та специфіку обробки різних типів металевих відливок замка «блискавка» в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості, отримання відповідних розрахункових залежностей для визначення часу обробки.

Методика. Проведено експериментальне дослідження відділення від ливників трьох типів металевих відливок замка «блискавка» в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості шляхом спостереження за зміною кількості оброблених деталей під час виконання технологічного процесу. Здійснено подальшу математичну обробку отриманих результатів.

Результати. Визначено типи відливок, на обробку яких в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості витрачається максимальна та мінімальна кількість технологічного часу. Встановлено, що для обробки відливок із закріпленими деталями-фіксаторами необхідно в два рази більше технологічного часу, який витрачається на очищення відокремлених деталей від залишків облою та задирок. У порівнянні зі звичайними обертовими галтувальними машинами, використовуючи машини зі складним просторовим рухом робочої ємкості, можна підвищити продуктивність виконання даної технологічної операції практично в десять разів.

Наукова новизна. Встановлені залежності між різними типами металевих відливок замка «блискавка» та інтенсивністю відділення від них деталей при обробці в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості із забезпеченням водоспадного режиму руху та 50% заповнення ємкості. Отримані відповідні розрахункові залежності для визначення часу обробки.

Практична значимість. Отримані настанови щодо реалізації раціональних технологічних параметрів при обробці різних типів металевих відливок замка «блискавка» в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості. Дані настанови можуть бути використані на стадії проектування технологічних процесів та обладнання на відповідних машинобудівних та підприємствах легкої промисловості, що спеціалізуються на виготовленні фурнітурних виробів.

Ключові слова: відливка, просторовий рух, відділення від ливників, замок «блискавка», режим руху робочого масиву.

Вступ. При виготовленні металевих замків «блискавка» використовують до 10 типів різних деталей. Формоутворення усіх деталей відбувається шляхом лиття [1], після чого утворюються відливки, які потребують подальшої об'ємної обробки – відділення деталей від ливників [2]. На єдиному підприємстві України (ПрАТ «Молнія»), що спеціалізується по виготовленню замків «блискавка», реалізується лиття більш ніж 20 різних типів деталей замка «блискавка». Кожен тип відливок має різну геометричну форму, масу, площину поперечного перерізу у місці з'єднання деталі з ливником тощо. Переважна більшість цих факторів була врахована при аналітичному дослідженні часу [3], що необхідний для реалізації об'ємних технологічних процесів. Для обробки кожного типу відливок необхідно різний час, що витрачається на виконання даної технологічної операції. На підприємстві ПрАТ «Молнія», згідно затвердженого «Технологічного процесу відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників», мінімальний час обробки становить 20 хв для відливок з 8-ма закріпленими деталями-корпусами, максимальний – 120 хв для відливок з 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами. Такий час виконання технологічної операції

характерний при обробці деталей в галтувальних розділово-полірувальних машинах К-36 німецької фірми «Optilon» 1981 року виготовлення (об'єм барабану $0,12\text{м}^3$) з восьмигранними обертальними барабанами, які до сих пір використовуються на ПрАТ «Молнія». Даний тип обладнання є дуже застарілим. Перспективним, на сьогоднішній день, вважається використання галтувального обладнання з ємкостями, які виконують складний просторовий рух [4, 5].

Постановка завдання. На сьогоднішній день практично повністю відсутні науково-обґрунтовані настанови щодо виконання технологічних процесів відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників, відсутня науково-обґрунтована інформація стосовно часу, який необхідний для обробки різних типів відливок замка «блискавка». На ПрАТ «Молнія», згідно затвердженого «Технологічного процесу відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників», для різних типів відливок час обробки майже однаковий, а рішення про завершення технологічної операції відділення деталей від ливників зазвичай приймається на основі інтуїтивно чи на основі органолептичного методу визначення стадії обробки деталей, без об'єктивного наукового врахування факторів, які можуть впливати на зміну цього часу обробки. Відомо [6, 7], що на інтенсивність виконання об'ємних технологічних операцій впливає низка факторів, які є індивідуальними для кожного типу відливок, основними з яких є: форма та маса відливки, кількість та тип закріплених на ній деталей, місце розташування центру мас, площа поперечного перерізу відливки у місці з'єднання деталей з ливником тощо.

Таким чином, дослідження інтенсивності та специфіки обробки різних типів металевих відливок замка «блискавка» в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості є актуальною задачею на сьогоднішній день.

Результати дослідження. В ході проведення експерименту досліджували вплив типу металевих відливок на інтенсивність відділення від них деталей замка «блискавка». Була проведена обробка трьох типів відливок: з 2-ма закріпленими деталями-корпусами (тип Т6), з 8-ма закріпленими деталями-корпусами (тип Т4), а також 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами (тип Т6, П10), оскільки саме на обробку перших двох типів відливок на ПрАТ «Молнія» витрачається однакова найменша кількість технологічного часу, а на обробку третього типу відливок – найбільша кількість часу відповідно. Фото відливок використаних в експерименті до початку обробки представлено на рис. 1. Обробка відливок відбувалася при реалізації водоспадного режиму руху робочого масиву та при завантаженні ємкості на 50% від її вільного об'єму. В роботі [8] доведено, що при реалізації водоспадного режиму руху робочого масиву та при заповненні ємкості на 50% від її вільного об'єму відбувається найбільш продуктивний процес обробки металевих деталей замка «блискавка». Попередньо, в роботах [9, 10] встановлено взаємозв'язок між зміною режимів руху робочого масиву в середині ємкості та кутовою швидкістю ведучого валу машини.

Технічна характеристика експериментальної установки, характеристика ливникових систем, що використовувалися під час експерименту та інші необхідні дані для проведення експерименту представлені в таблиці 1.

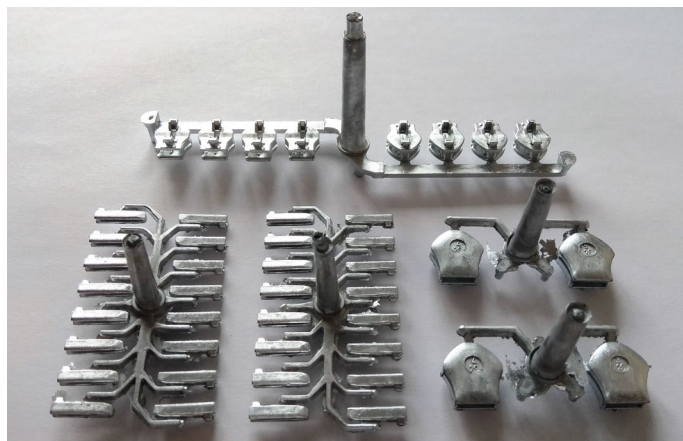


Рис. 1. Фото відливок використаних в експерименті до початку обробки

Таблиця 1.

Технічна характеристика експериментальної установки та відливок

Характеристика експериментальної установки		
1.	Форма робочої ємкості	циліндрична
2.	Об'єм робочої ємкості	$V=0,0088 \text{ м}^3$ (8,8 л)
3.	Кутова швидкість ведучого валу машини	$\omega_{\text{ведуч}}=6,8 \text{ с}^{-1}$ ($n_{\text{ведуч}}=65 \text{ хв}^{-1}$)
Характеристика відливок		
1.	Назва матеріалу з якого отримано відливки	«ЦАМ 4-1», ГОСТ 25140-93 ГОСТ 19424-74
3.	Об'єм заповнення робочої ємкості у % на початку процесу обробки	$V_{\text{Поч.роб.}}=50\%$
4.	Кількість відливок, що завантажені до ємкості при її заповненні на 50%:	
	Відливка з 2-ма закріпленими деталями-корпусами	$z_{2,\text{загал.}50\%}=320 \text{ шт}$
	Відливка з 8-ма закріпленими деталями-корпусами	$z_{8,\text{загал.}50\%}=65 \text{ шт}$
	Відливка з 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами	$z_{16,\text{загал.}50\%}=105 \text{ шт}$
5.	Маса однієї відливки	
	Відливка з 2-ма закріпленими деталями-корпусами	$m_2=0,013 \text{ кг}$
	Відливка з 8-ма закріпленими деталями-корпусами	$m_8=0,036 \text{ кг}$
	Відливка з 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами	$m_{16}=0,014 \text{ кг}$

Методика проведення експерименту аналогічна до методики, що використана в роботі [8]. Результати експерименту представлені в таблиці 2. На основі апроксимації отриманих результатів, яка була виконана за допомогою програми *MathCAD 14*, побудовані графіки (рис. 2) залежності коефіцієнту μ [8], що характеризує відношення кількості оброблених (відділених від ливників) деталей та необроблених деталей в робочому масиві, у відсотках від часу обробки для різних типів відливок. Коефіцієнт μ чисельно характеризує інтенсивність обробки деталей в машині.

За результатами експерименту найменше часу було витрачено на обробку відливок з 8-ма закріпленими деталями-корпусами. Така обробка відбулася майже миттєво, вже через 0,75 хв усі деталі були відокремлені від ливників. Фото металевих деталей-корпусів замка «блискавка», після відділення від ливників, очищення від облою та задилок представлено на рис. 3 а. Трохи повільніше відбулася обробка відливок з 2-ма закріпленими деталями-корпусами. На відокремлення таких деталей від ливників знадобилося 1,5 хв технологічного

часу. Фото деталей даного типу представлено на рис. 3 б. Оцінка якості обох типів деталей була проведена на ПрАТ «Молнія» та показала, що вони повністю відповідають технологічним вимогам підприємства.

Таблиця 2.

Результати експерименту

Час t , хв	Коефіцієнт μ		
	Відливка з 16-ма закріпленими детальми-фіксаторами	Відливка з 2-ма закріпленими детальми- корпусами	Відливка з 8-ма закріпленими детальми-корпусами
0	0	0	0
0,25	-----	0,05	0,71
0,5	-----	0,37	0,91
0,75	-----	0,58	1
1	0,01	0,87	-----
1,25	-----	0,96	-----
1,5	-----	1	-----
2	0,1	-----	-----
3	0,25	-----	-----
5	0,69	-----	-----
6	0,77	-----	-----
7	0,89	-----	-----
8	0,92	-----	-----
9	0,97	-----	-----
10	1	-----	-----

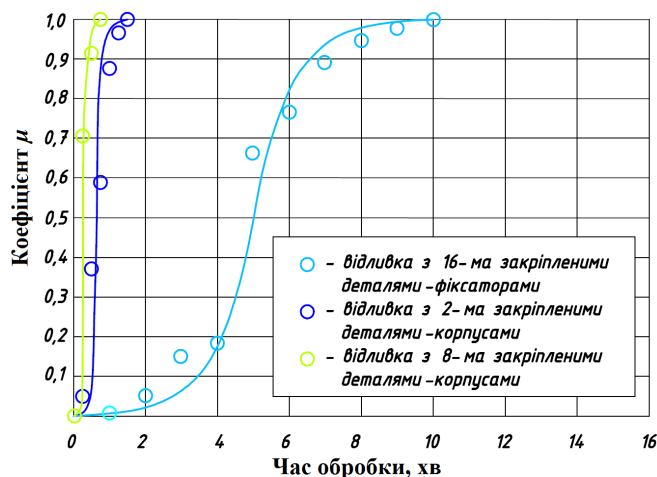


Рис. 2. Залежність коефіцієнту μ від часу обробки при обробці відливок різного типу

Дослідження підтверджують, що обробка металевих відливок із закріпленими детальми-корпусами в машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості виконується в 13 – 26 разів швидше ніж на галтувальному обладнанні «Ortilon», яке використовується на підприємстві ПрАТ «Молнія». Окрім того, на обробку відливок типу Т6 та типу Т4 потрібно різний час.

Обробка відливок з 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами відбувалася найдовше. Лише через 10 хв від початку обробки усі деталі були відділені від ливників. Однак, незважаючи на це, завершеним процес обробки вважати не можна було. Відокремлені деталі не були придатними для реалізації в подальших етапах технологічного процесу виготовлення замка «блискавка». На переважній більшості відокремлених деталей були наявними залишки облою та значні за розміром задирки (рис. 3 в). Таким чином, усі відокремлені деталі потребували продовження виконання галтувальної операції до їх повного очищення від залишків облою та задирок.

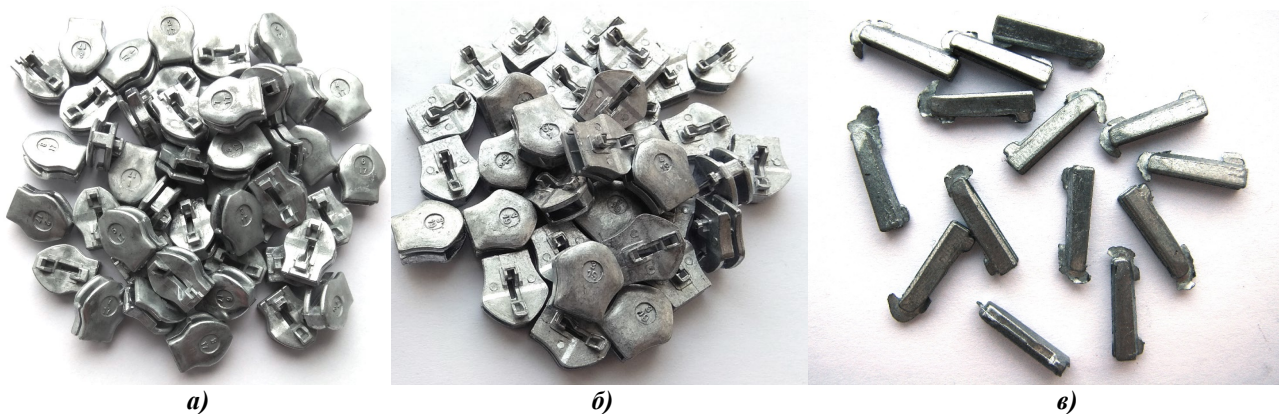


Рис. 3. Металеві деталі замка «блискавка», що відокремлені від ливників

Таким чином, було продовжено виконання технологічної операції. Відокремлені фіксатори разом з ливниками продовжували піддавати об'ємній галтувальній обробці. На повне очищення деталей від облою та задирок знадобилося ще 10 хвилин технологічного часу. Фото оброблених фіксаторів замка «блискавка» представлено на рис. 4. Таким чином, на виконання повної галтувальної технологічної операції по обробці відливок з 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами у машині, робоча ємкість якої виконує складний просторовий рух необхідно приблизно 20 хв. Оцінка якості деталей, яка проведена на ПрАТ «Молнія» показала, що вони повністю відповідають технологічним вимогам підприємства.



Рис. 4. Фіксатори замка «блискавка», які пройшли повний цикл обробки в машині зі складним просторовим рухом ємкості

Незважаючи на це, час обробки відливок із закріпленими деталями-фіксаторами в машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості виконується в 6 разів швидше ніж

на галтувальному обладнанні «Optilon», яке використовується на підприємстві ПрАТ «Молнія».

Таким чином, отримане в роботі [3] рівняння для розрахунку мінімально необхідного часу $t_{x.min}$, [хв], який витрачається на виконання технологічної операції відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників в машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості необхідно доповнити відповідним коефіцієнтом τ , який враховує додаткові витрати часу на повне очищення деталей від облою та задирок:

$$t_{x.min} = \frac{1,6 \cdot S_{III.x.заг.} \cdot g \cdot z_{x.заг.} \cdot S_x \cdot \tau}{m_x \cdot l_y (200 - V_{Поч.роб.} - V_{Кін.роб.}) \cdot \left(\frac{\delta \cdot l_y \cdot \pi^2 \cdot n_{вед.в}^2}{900} + g - g \cos 2\alpha - \eta f g \cos \alpha \right) \cdot \pi \cdot R^2 \cdot n_{вед.в}} + \frac{2}{n_{вед.в}}, [xв], \quad (1)$$

де $S_{III.x.заг.}$ – загальна площа поперечного перерізу ливникової системи у місцях з'єднання деталей з ливником, [мм²]; g – прискорення вільного падіння, [мс⁻²]; $z_{x.заг.}$ – загальна кількість ливникових систем відповідного типу, що завантажені до робочої ємкості; S_x – площа поверхні, яку займає ливникова система відповідного типу на опорній поверхні, [м²]; m_x – маса однієї ливникової системи, [кг]; $V_{Поч.роб.}$ – об'єм заповнення робочої ємкості на початку процесу обробки, [%]; $V_{Кін.роб.}$ – об'єм заповнення робочої ємкості в кінці процесу обробки, [%]; δ – коефіцієнт відповідної конструкції машини для обробки деталей; l_y – довжина робочої ємкості, [м]; $n_{вед.в}$ – частота обертання ведучого валу машини, при якій буде виконуватися технологічна операція, [хв⁻¹]; η – коефіцієнт відповідності режиму руху робочого масиву; f – коефіцієнт тертя ковзання робочого масиву по внутрішній поверхні робочої ємкості ($f=0,38$); R – радіус торця робочої ємкості, [м]; τ – коефіцієнт, який враховує додаткові витрати часу на повне очищення деталей від облою та задирок.

Коефіцієнт τ буде може бути різним для відливок різного типу. Для відливок з 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами коефіцієнт $\tau=2$.

Також, за допомогою програми *MathCAD 14* для представлених кривих на рис. 2 було отримано відповідні рівняння функцій, що описують залежність зміни коефіцієнту μ від часу виконання технологічної операції для трьох типів ливникових систем.

Для відливок з 2-ма закріпленими деталями-корпусами:

$$\mu = 3,42 \int_0^t e^{-6,83|t-0,75|} dt. \quad (2)$$

Для відливок з 8-ма закріпленими деталями-корпусами:

$$\mu = 6,83 \int_0^t e^{-13,65|t-0,38|} dt. \quad (3)$$

Для відливок з 16-ма закріпленими деталями-фіксаторами:

$$\mu = 0,51 \int_0^t e^{-1,02|t-5|} dt, \quad (4)$$

де t – час виконання технологічної операції, хв; e – експонента; μ – коефіцієнт, яких характеризував відношення кількості оброблених деталей до загальної кількості деталей, які були завантажені до робочої ємкості.

Проведені експериментальні дослідження показали, що для обробки різних типів металевих відливок необхідно різний час виконання технологічної операції. В залежності від типу відливок тривалість їх варіюватиметься в діапазоні 0,75 – 20 хв. На підприємстві ПрАТ

«Молнія» тривалість обробки відливок таких типів варіюється в межах 20 – 120 хв. Отже, виконання технологічної операції відділення металевих деталей від ливників з використанням обладнання, в якому робоча ємкість виконує складний просторовий рух є значно ефективнішим та продуктивнішим ніж при використанні галтувальних машин з обертальною гранованою ємкістю. Оцінка якості усіх експериментально оброблених деталей проведена на ПрАТ «Молнія» показала, що вони повністю відповідають технологічним вимогам підприємства.

Висновки:

1. Досліджено інтенсивність та специфіку обробки різних типів металевих відливок замка «блискавка» в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості. Значний вплив на час відокремлення деталей від ливників має конфігурація відливок. Розгалужена складна ливникова система збільшує час обробки деталей.

2. Отримані настанови щодо реалізації раціональних технологічних параметрів при обробці різних типів металевих відливок замка «блискавка» в галтувальній машині зі складним просторовим рухом робочої ємкості. Зокрема встановлено, що для обробки відливок із закріпленими деталями-фіксаторами необхідно в два рази більше технологічного часу, який витрачається на очищення відокремлених деталей від залишків облою та задирок.

3. Отримані рівняння функції, що описує залежність зміни інтенсивності обробки, яка представлена у вигляді коефіцієнту μ , що характеризує відношення кількості оброблених деталей до загальної кількості деталей, які були завантажені до робочої ємкості від часу виконання технологічної операції для різних типів металевих відливок замка «блискавка».

Література

1. Бурмістенков О.П. Виробництво литих деталей та виробів з полімерних матеріалів у взуттєвій та шкіргалантереїній промисловості: монографія / Під заг. ред. В.П. Коновала. – Хмельницький: ХНУ, 2007. – 255 с;
2. Патент №137568, МПК В24В 31/10 (2006.01). Спосіб об'ємної обробки металевих деталей / Залюбовський М.Г., Панасюк І.В., Сухенко А.Г., заявник та патентовласник Київський національний університет технологій та дизайну – №u201904193; заяв. 19.04.2019, опуб. 25.10.2019, бюл. № 20;
3. Залюбовський М.Г. Аналітичне визначення часу виконання технологічної операції відділення металевих деталей замка «блискавка» від ливників / М.Г. Залюбовський, І.В. Панасюк, В.В. Малишев // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну – 2019. – №6 (140). – С. 9-18;
4. Патент №126647, МПК В01F 11/00. Машина для обробки деталей / Залюбовський М.Г., Панасюк І.В., заявник та патентовласник Київський національний університет технологій та дизайну - №u201801469; заяв. 15.02.2018, опуб. 25.06.2018, бюл. № 12;
5. C. Mayer-Laigle. Mixing dynamics for easy flowing powders in a lab scale Turbula mixer / C. Mayer-Laigle, C. Gatumel, H. Berthiaux // Chemical Engineering Research and Design Volume 95, March 2015, Pages 248-261;

References

1. Burmistenkov, O. (2007). Vyrobnystvo lytykh detalei ta vyrobiv z polimernykh materialiv u vzuttyevii ta shkirhalantereyinii promyslovosti: monohrafiia [Manufacture of cast details and articles of polymeric materials in the shoe and leather industry: monograph]. Khmelnytskyi [in Ukraine];
2. Zalyubovskiy MG, Panasyuk IV, Sukhenko AH, inventors (2019). Sposib ob'iemnoi obrobky metalevykh detalei [The method of three-dimensional processing of metal parts]. Ukrainian patent, no. 137568;
3. Zalyubovskiy, M., Panasyuk, I., & Malyshev V. (2019). Analitychne vyznachennia chasu vykonannia tekhnolohichnoi operatsii viddilennia metalevykh detalei zamka «blyskavka» vid lyvnykiv [Analytical determination of time of performance of a technological operation separation of metal details of the “zipper” lock from a gate], Visnyk KNUTD – Bulletin of the KNUTD, 6, 9-18 [in Ukraine];
4. Zalyubovskiy MG, Panasyuk IV, inventors (2018). Mashyna dlia obrobky detalei [Machine for processing parts]. Ukrainian patent, no. 126647.
5. Mayer-Laigle C., Gatumel, C., & Berthiaux, H. (2015). Mixing dynamics for easy flowing powders in a lab scale Turbula mixer. Chemical Engineering Research and Design. [in English];
6. Kopin, V., Makarov, V., & Rostovtcev, A. (1988). Obrabotka izdelii iz plastmass. M.: Khimiia, 1988, 176;

6. Копин В.А., Макаров В.Л., Ростовцев А.М. Обработка изделий из пластмасс. - М.: Химия, 1988. - 176 с;
7. Залюбовський М. Г. Машины зі складним рухом робочих ємкостей для обробки полімерних деталей: монографія / М. Г. Залюбовський, І. В. Панасюк, В. В. Малишев – К.: Університет «Україна», 2018. – 228 с;
8. Залюбовський М.Г. Експериментальне дослідження впливу режимів руху робочого масиву та об'єму заповнення ємкості на інтенсивність відділення металевих деталей від ливників / М.Г. Залюбовський, І.В. Панасюк // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну Серія «Технічні науки» – 2020. – №1 (142). – С. 27-37;
9. 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. Серія «Технічні науки» – 2015. – №1. – С. 43-52;
10. 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;
7. 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 [in Ukraine];
8. Zalyubovskiy, M., & Panasyuk, I. (2020). Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu rezhymiv rukhu robochoho masivu ta ob'iemu zapovnennia yemkosti na intensyvniat viddilennia metalevykh detalei vid lyvnykiv [Experimental study of the influence of working array movement modes and volume of filling on the separation intensity of metal details from sprues], Visnyk KNUTD – Bulletin of the KNUTD, 1, 27-37 [in Ukraine];
9. Panasyuk, I., Zalyubovskiy, M. (2015). Vyznachennia zalezhnosti rezhymu rukhu robochoho seredovyshcha 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 Kyiv National University of Technologies & Design – Bulletin of the KNUTD, 1, 43-52 [in Ukraine];
10. 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];

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК ДЕТАЛЕЙ ЗАМКА «МОЛНИЯ» НА ОСОБЕННОСТИ ИХ ОБРАБОТКИ В ГАЛТОВОЧНОЙ МАШИНЕ ЗАЛЮБОВСКИЙ М. Г.¹, ПАНАСЮК И. В.²

¹ Открытый международный университет развития человека «Украина»,

² Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Экспериментально исследовать интенсивность и специфику обработки различных типов металлических отливок замка «молния» в галтовочной машине со сложным пространственным движением рабочей емкости, получения соответствующих расчетных зависимостей для определения времени обработки.

Методика. Проведено экспериментальное исследование отделения от литников трех типов металлических отливок замка «молния» в галтовочной машине со сложным пространственным движением рабочей емкости путем наблюдения за изменением количества обработанных деталей при выполнении технологического процесса. Осуществлено дальнейшую математическую обработку полученных результатов.

Результаты. Определены типы отливок, на обработку которых в галтовочной машине со сложным пространственным движением рабочей емкости расходуется максимальное и минимальное количество технологического времени. Установлено, что для обработки отливок с закрепленными деталями-фиксаторами необходимо в два раза больше технологического времени,

которое тратится на очистку отделенных деталей от остатков облоя и заусенцев. По сравнению с обычными галтовочными машинами с вращательными емкостями, используя машины со сложным пространственным движением рабочей емкости, можно повысить производительность выполнения данной технологической операции практически в десять раз.

Научная новизна. Установлены зависимости между различными типами металлических отливок замка «молния» и интенсивностью отделения от них деталей при обработке в галтовочной машине со сложным пространственным движением рабочей емкости с обеспечением водопадного режима движения и 50% заполнения емкости. Получены соответствующие расчетные зависимости.

Практическая значимость. Полученные рекомендации по реализации рациональных технологических параметров при обработке различных типов металлических отливок замка «молния» в галтовочной машине со сложным пространственным движением рабочей емкости. Данные рекомендации могут быть использованы на стадии проектирования технологических процессов на соответствующих предприятиях легкой промышленности, специализирующихся на изготовлении фурнитурных изделий.

Ключевые слова: отливка, пространственное движение, отделение от литников, замок «молния», режим движения рабочего массива.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE GEOMETRY OF THE METAL CASTINGS OF THE DETAILS OF THE ZIPPER ON THE FEATURES OF THEIR PROCESSING

ZALYUBOVSKY M. G.¹, PANASYUK I. V.²

¹ Open University of Human Development «Ukraine»

² Kyiv National University of Technologies and Design

Goal. Experimentally investigate the intensity and specificity of the processing of different types of metal castings of the zipper in a tensile machine with complex spatial movement of the working capacity, to obtain the appropriate calculation dependencies to determine the processing time.

Method. An experimental study of the separation from the casters of three types of metal castings of the zipper (casting with two, with eight fixed details-cases and outflow with sixteen fixed details by clamps) in a tensile machine with a complex spatial movement of the working capacity by observing the change in the number of machined parts during the process. Further mathematical processing of the obtained results is carried out.

Results. The types of castings for which the maximum and minimum technological time are spent in the toughening machine with complex spatial movement of the working capacity are determined. It is established that for processing castings with fixed parts-locks it takes twice more technological time, which is spent to clean the separated parts from the remnants of the wrap and burrs. Compared with conventional rotating shredding machines, using machines with complex spatial movement of the working capacity, you can increase the productivity of this technological operation by almost ten times.

Scientific novelty. The dependences between different types of metallic castings of the zipper and the intensity of separation of parts from them during processing in a caulking machine with a complex spatial movement of the working capacity with providing a waterfall mode of movement and 50% filling the capacity. Appropriate design dependencies were obtained to determine the processing time.

Practical importance. Guidelines on the implementation of rational technological parameters in the processing of various types of metal castings of the zipper in a tensile machine with a complex spatial movement of the working capacity. These guidelines can be used at the design stage of technological processes and equipment in the relevant machine-building and light industry enterprises specializing in the manufacture of hardware.

Key words: casting, spatial motion, separation from gullies, lightning lock, operating mode of the working array.