

УДК 621:8.031.6:621.891

**В.В. Коваленко, В.В. Пукалов, доценти, кандидати технічних наук,
В.З. Хіоні, ст. викл.**

Кіровоградський національний технічний університет

Вплив температури на процес витягування деталей з низьковуглецевих сталей з використання різних технологічних мастил

Проведене експериментальне дослідження впливу температури на процес витягування деталей з низьковуглецевих сталей на кривошипних пресах з використанням різних технологічних мастил. У результаті досліджень параметрів витягування підтверджено великий вплив на процес витягування температури. Наведені дані експериментальних досліджень витягування, температура, кривошипний прес, вторинні структури, полімерне мастило

Температурні явища, які виникають при листовій штамповці суттєво впливають на стійкість штамів і на усі процеси, які виникають при витягуванні. Стійкість штамів - це кількість отриманих деталей до появи видимих дефектів, як на деталі так і на штамповому інструменті (матрицях, пуансонах). При цьому, стійкість штамів зі збільшенням отриманих деталей та температури, знижується. Цьому сприяє, як абразивне зношування інструментів (пуансонів, матриць), яке розвивається зі збільшенням отриманих деталей, так і поверхневе зношування, якому сприяє як збільшення температури на фрікційному контакті так і швидкість самого процесу витягування. У роботах [1,2], досліджували вплив температурного фактора на процеси, які протікають при холодному штампуванні приводять різні результати, але всі сходяться в одному, що при великих швидкостях пластичного деформування ($V > 0,1$ м/с) процес витягування відбувається як адіабатичний тепло, яке виділяється при цьому залишається у заготовці підвищуючи її поверхневу температуру. По даних [2], температура розігріву поверхні заготовки з дюралюмінію складала ($36...55^{\circ}\text{C}$), низьковуглецевих сталей ($63...97^{\circ}\text{C}$), корозійно-стійких сталей ($79...117^{\circ}\text{C}$). Загальна кількість теплоти Q , яка виділяється, якщо припустити, що процес витягування протікає, як адіабатичний, визначається:

$$Q = 0,9 \cdot \frac{A_B}{427} . \quad (1)$$

Середня температура нагрівання заготовки при операції витягування:

$$t_2 = \frac{Q + \sigma_{заг} \cdot t_1}{\sigma_{заг} \cdot C}, \quad (2)$$

де C - питома теплоємність метала;

t_1 - початкова температура заготовки;

$\sigma_{заг}$ - маса заготовки.

$$\sigma_{заг} = \frac{\pi}{4 \cdot 10^3} [D_0^2 - (d_n - 2 \cdot r_n)]^2 \cdot S \cdot \rho, \quad (3)$$

де S - товщина заготовки;

ρ - щільність матеріалу заготовки.

Тоді з урахуванням формул (1,2) температура розігріву заготовки, при витягуванні визначали за формулою:

$$t_2 = \frac{2,7 \cdot A_B}{[D_0^2 - (d_n - 2 \cdot r_n)]^2 \cdot S \cdot \rho} + t_1, \quad (4)$$

де A_B - робота витягування;

D_0 - початковий діаметр заготовки;

d_n - діаметр пуансона.

Була визначена температура нагрівання заготовки на операції витягування «корпуса гучномовця» (рис.1) з низьковуглицевої сталі з використанням полімерних мастил на кривошипних пресах. Роботу витягування визначали за допомогою спеціального штамп-прилада [3] при цьому враховували коефіцієнти тертя знайдені по спеціальній методиці $\mu = 0,085$, а також на машині тертя “Stainhape-Seta”[4]. На рис.2 приведений результат проведених експериментальних досліджень при наступних параметрах витягування: ст.08КП, $S = 1,0$, $d = 25$ мм, змащування-полімерна композиція. Роботу витягування (A_B) визначали, як площу фігури, яка обмежена кривою $P = f(\ell)$ по формулі Сімсона [4].

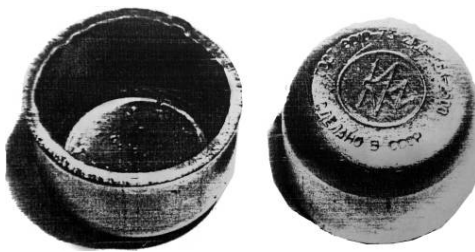
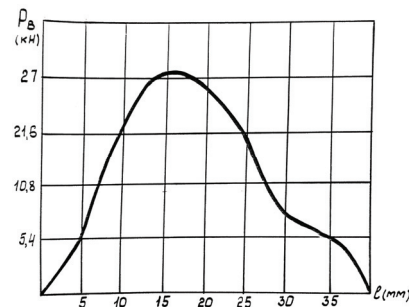


Рисунок 1 – Корпус гучномовця



(сталь 08КП, $\kappa = 1,84$, $d_0 = 25$ мм)

Рисунок 2 - Залежність зусилля витягування P_B від ходу пуансона

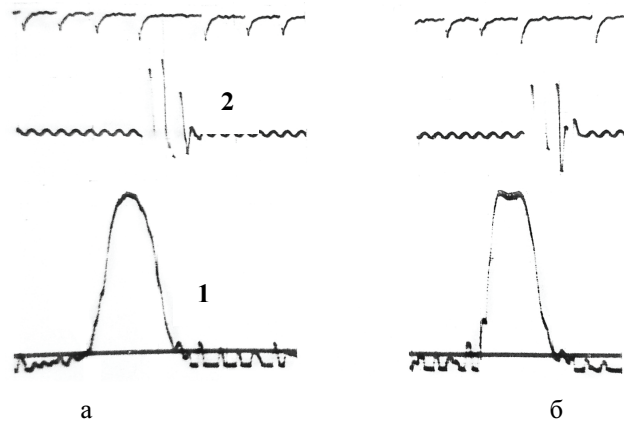
Температура розігріву заготовки з коефіцієнтом тертя $\mu = 0,085$

$$t_2 = \frac{2,7 \cdot A_B}{[D_0^2 - (d_n - 2 \cdot r_n)]^2 \cdot S \cdot \rho} + t_1 = \frac{2,7 \cdot 10943}{4,81 \cdot [4,6^2 - (2,5 - 1,6)^2 \cdot 0,1 \cdot 7,85]} + 20^\circ = 59^\circ C. \quad (5)$$

Температура розігріву заготовки з коефіцієнтом тертя $f = 0,060$

$$t_2 = \frac{2,7 \cdot A_B}{[D_0^2 - (d_n - 2 \cdot r_n)]^2 \cdot S \cdot \rho} + t_1 = \frac{2,7 \cdot 9952}{4,81 \cdot [4,6^2 - (2,5 - 1,6)^2 \cdot 0,1 \cdot 7,85]} + 20^\circ = 55^\circ C. \quad (6)$$

З метою експериментального визначення температури розігріву заготовки в процесі витягування проводились тензометричні дослідження [5], при цьому використовували модернізований штамп, аналогічний тому який використовували в заводських умовах, який встановлювали на пресі К2126 зусиллям 0,4 МН. На пуансоні штампа були наклеєні два активних тензодатчика типа ПКБ з базою 10 мм та опорою 2000 Ом та два компенсуючих датчика, підключення яких здійснювалось по мостовій схемі.



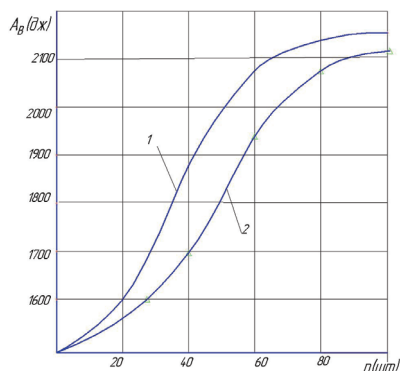
1 - Осцилограма зусилля витягування:
а- заводське мастило

2- Осцилограма температури:
б - полімерне мастило

Рисунок 3 - Типові осцилограми витягування корпусу гучномовця
(сталь 08КП, $\kappa=1,84$, $d_0=46\text{мм}$)

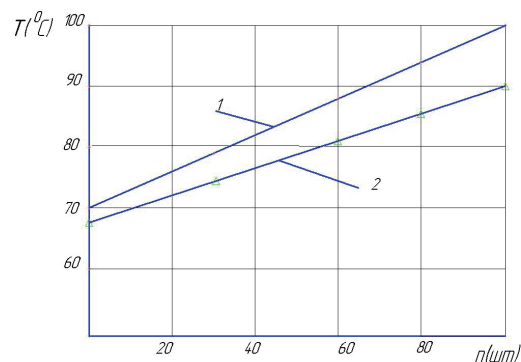
Підсилення сигналів проводилось за допомогою тензометричного підсилювача 8АНЧ-7М, з послідуємим записом на шлейфовому осцилографі. Типова осцилограма процесу витягування приведена на рис.3.

Експериментальні дослідження залежності роботи витягування (A_B), температури нагрівання заготовки (t) від кількості отриманих деталей при роботі в різному технологічному середовищі представлено на рис. 4 та 5.



1- робота витягування при використанні полімерного заводського технологічного мастила;
2- робота витягування при використанні полімерного мастила

Рисунок 4 - Зміна роботи витягування (A_B) залежності від кількості отриманих при роботі в різному технологічному середовищі заводського технологічного мастила



1- температура розігріву деталі при використанні заводського технологічного мастила;
2- температура розігріву деталі при використанні мастила

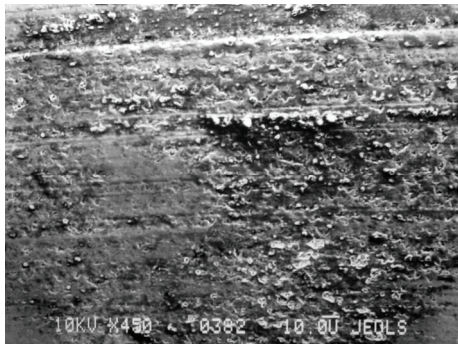
Рисунок 5 - Зміна температури нагріву заготовки (T) в залежності від кількості отриманих деталей при різному технологічному середовищі

З метою вивчення процесів, які проходили при операції витягування в різному мастильному середовищі використовували оптичний електронний мікроскоп “Neofot” (Німеччина), скануючий електронний мікроскоп “4-Camskan” (Англія), суміщений з рентгеноструктурним аналізатором поверхні “Link-860”. Знімалась топографія поверхні (рис. 6) перетяжного ребра матриці штамп з сталі У8А на електронному мікроскопі “Neofot” (Німеччина), після отримання різної кількості деталей при використанні різних технологічних мастил.

На представлених мікрофотографіях видно, що поверхня тертя інструмента, який працює в полімерній композиції, покрита вторинними структурами II типу [5], які відрізняються великою протизношувальною здатністю і як наслідок менш схильна до

зношування на противагу інструменту, який працює при заводському змащуванні, поверхня інструмента, якого покрита вторинними структурами І типу, які мають порівняно невеликі аналогічні якості. При окисному механохімічному зношуванні одночасно протікає два процеси: мікропластична деформація поверхневих шарів і механохімічні реакції окиснення контактної поверхні інструмента. Умови протікання цих процесів далеко не однакові. Мікропластичні деформації найбільш істотні в момент робочого ходу, різко зменшуються при зворотному ході й зовсім відсутні в період між двома технологічними циклами. Що ж стосується процесів дифузії кисню в поверхневі шари металу, то вони протікають постійно, причому інтенсивність їх наростає зі збільшенням кількості деталей, що пояснюється поступовим збільшенням температури на контактній поверхні інструмента. Було досліджено розподіл елементів по поверхні тертя інструмента, яка здійснювалось за допомогою рентгеноструктурного аналізатора поверхні "Link-860". Отримана інформація показала збільшення концентрації на поверхні активного кислю O_2 з 5,5% до 14% при цьому збільшується температура і як наслідок руйнація вторинних структур.

На рис. 6-б видні явні признаки руйнації поверхневої плівки, і як наслідок ризи на поверхні деталі, що виготовляється.



а) полімерне мастило



б) заводське

Рисунок – 6 Топографія поверхні матриць (після виготовлення 1000 деталей), які працюють в різних технологічних мастилах ($\times 450$, У8А, $V = 0,3$ м/с, прес К2126 зусиллям 0,4 МН)

В результаті теоретичних та експериментальних досліджень параметрів витягування підтверджені великий вплив на енергосилові параметри витягування температури. Експериментальні значення визначення температури, які були знайдені, співпадали з аналітичними і мало відрізнялись від досліджень інших авторів. Процес витягування у полімерному середовищі (судячи по зміні роботи витягування та температурі розігріву поверхні деталі) проходить більш сприятливо в порівнянні з заводськими технологічними мастилами.

Список літератури

1. Трение и смазки при обработке металлов давлением. А.П. Грудев, Ю.В. Зильберг, В.Т. Тилик. Справ.изд. - М.: Металлургия, 1982.- 312 с.
2. Исаченков В.Е., Исаченков Е.И. Штамповка эластичными и жидкостными средами: -М.: Машиностроение, 1978.- 208 с.
3. Теоретичні дослідження енергосилових параметрів процесу витягування низьковиглецевих сталей з використанням полімерних мастил /В.В.Коваленко, В.В.Пукалов, В.З.Хіоні: Зб.наукових праць КНТУ "Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація." Вип. 22, Кіровоград, 2009, С.44-48.
4. Коваленко В.В., Ю.Ф. Харченко Повышение стойкости штампов для формоизменяющих операций листовой штамповки при изготовлении деталей сельскохозяйственных машин // Проблемы конструирования и технологии производства сельскохозяйственных машин: Тез. докл. Респуб. научн. -тех. конф. -Кіровоград, 1991.- С.95-96.

5. Коваленко В.В., Коваленко К.В. Применение полимеров для создания составов различного назначения. Збірник наукових праць КІСМ, №2, 1998.- с.78.

В. Коваленко, В. Пукалов, В. Хіоні

Влияние температуры на процесс вытяжки деталей из низкоуглеродистых сталей с использованием различных технологических смазок

Проведено експериментальное исследование влияния температуры на процесс вытягивания деталей из низкоуглеродистых сталей на кривошипных прессах с использованием разных технологических смазок. В результате исследований параметров вытягивания подтверждено большое влияние на процесс вытяжки температуры. Приведены данные экспериментальных исследований.

V. Kovalenko, V. Pukalov, V. Khioni

Experimental determination of energosilovikh parameters of process of drawing out of details from niz'kovugleceevikh staley with the use of polymeric butters

Experimental research of energosilovikh parameters of process of drawing out of details is Conducted from niz'kovugleceevikh staley on crank-type presses with the use of polymeric butters, which was made in place. Provedene research of topography is surfaces of instruments, which work in different lubricating environments with the use of the newest facilities of research of surfaces of friction, at c'mu found out the second structures which are created on a friction contact.

Одержано 18.03.11

УДК 539.43; 539.53+623.4

Е.К. Соловых, проф., канд. техн. наук

Кировоградский национальный технический университет

Повышение несущей способности конструкционных элементов газотурбинных установок

На основе создания многофункциональных вакуум-плазменных (PVD) покрытий рассмотрена проблема повышения несущей способности элементов газотурбинных установок, в частности, титановых лопаток компрессора. Исследовано также, влияние PVD-покрытий вида TiN, (TiAl)N и (TiC)N на эрозионную стойкость циклическую прочность титанового сплава под воздействием температуры 350...640⁰C и частоты нагружения 10 кГц. Рассмотрено влияние на образцы и детали из титанового сплава с покрытиями изотермической и термоциклической ползучести. Рабочие температуры находятся в диапазоне 350...640⁰C. Предложена концепция управления характеристиками поверхностного слоя и эксплуатационными показателями, позволяющими получать гарантированный эффект упрочнения деталей газотурбинных установок.

конструкционные элементы, газотурбинные установки, несущая способность, PVD-покрытия, титановый сплав

Введение. Наиболее ценными конструкционными материалами для газотурбинных установок являются титановые сплавы. Эффективное применение титановых сплавов находит в аэрокосмической промышленности [1]. Одно из важнейших достоинств Ti-сплавов – превышение стальных сплавов в 2 раза по удельной прочности в диапазоне температур до 300⁰C. Предел прочности σ_b сложнолегированных Ti-сплавов достигает 1500 МПа при относительном удлинении при разрыве δ до 15%. Жаропрочные Ti-сплавы эксплуатируются в интервале температур до 700⁰C. В двигателестроении наблюдается тенденция [2] замены сплавов на основе железа на Ti-сплавы с целью