

На правах рукопису

Монятовський Станіслав Степанович

Вдосконалення пароповітряних молотів, працюючих в умовах теплофікаційного циклу

05.03.05 – процеси та машини обробки тиском

Автореферат

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Луганськ, 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00740540 (К)

4В 34.841

Дисертація є рукопис.

Робота надрукована в Східноукраїнському державному університеті та на виробничому об'єкті "Луганський тепловоз".

Науковий керівник - доктор технічних наук,
професор Рей Р.І.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
професор Роганов Л.Л. ;

кандидат технічних наук,
доцент Колесник Ф.І.

Провідне підприємство- Лозовський ковальсько - механічний завод

Захист відбудеться "31" 05 1996 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої ради К 18.02.03 в Східноукраїнському державному університеті за адресою:

348034, м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20-А.
Довідки за телефоном: /0642/ 46-67-88.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Східноукраїнського державного університету.

Автореферат розісланий "25" 04 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради
кандидат технічних наук, доцент

Л.О.Рябічева

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

AB - 34.841

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Пароповітряні молоти являються одним із основних типів ковальсько-пресових машин (КПМ), складають понад 70% від кількості КПМ для виготовлення кованих та штампованих поковок і на них виготовляють біля 50% поковок. Шаботні молоти з масою падаючих частин більше 10т не мають еквівалентної заміни, а штампування поковок з тонким полотном і високими ребрами можливе тільки на машинах ударної дії.

Суттєвим недоліком молотів, працюючих на парі, на який вказував ще А.І. Зімін, являється низька економічна ефективність використання енергоносія, обумовлена тим, що енергія нагрівання води до 100° С і теплота паротворення являються беззастережно втраченими.

Тут ми зосередимо особливу увагу на тому факті, що ковальсько-пресовий цех ВО "Луганськтепловоз" є складовою частиною теплофікаційного циклу об'єднання. Пара використовується на турбогенераторах для виробництва електроенергії, відпроцьована пара надходить до молотів ковальсько-пресового цеху, а після відпрацювання на молотах подається на бойлерні установки для нагрівання води з метою теплопостачання цивільних приміщень і промислових споруд. А це значить, що енергія затрачена на паротворення для теплофікаційного циклу не є втраченою, а з економічної точки зору, термічний коефіцієнт корисної дії не є визначальним.

Враховуючи приведені, поліпшення енергетичної ефективності молотів, працюючих на перегрітій парі, в умовах теплофікаційного циклу ВО "Луганськтепловоз" являється актуальною задачею.

Проблеми працездатності і витривалості падаючих частин пароповітряних молотів загальновідомі і не залежать від виду енергоносія. Та, враховуючи той факт, що перегріта пара подається в КПЦ маючи тиск 1,2 МПа, проти 0,7...0,9 МПа передбачених ГОСТом 9752-81 для кувальних і ГОСТом 7224-85 для штампувальних молотів, молоти працюють з підвищеною енергією удару, проблема працездатності падаючих частин і шаботів стоїть більш гостро.

Вказані проблеми не є єдиними, но вони специфічні для КПЦ, працюючого в умовах теплофікаційного циклу при підвищених параметрах енергоносія, чим очевидно, можна пояснити їх обмеженням висвітленням в технічній літературі.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження виконані з використанням законів технічної термодинаміки, математичної статистики, аналітичного і числового методів розв'язання системи диференціальних рівнянь.

Експериментальні дослідження виконані на основі сучасної техніки постановки експерименту з використанням серійно випущеного промислового обладнання, апаратури і приладів, які в установленому порядку проходять державну метрологічну повірку.

Мета роботи. Підвищення енергетичної ефективності молотів, працюючих на перегрітій парі, довготривалості і працездатності падаючих частин і шаботів в умовах ВО "Луганськтепловоз".

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- розробити методику проектного розрахунку енергетичних параметрів молотів, працюючих на перегрітій парі;
- обґрунтувати можливість застосування методики перевірного розрахунку робочого процесу в циліндрі молота, яка базується на теорії пневмоприводу, для молотів, що працюють на перегрітій парі;
- виконати експериментальні дослідження робочого процесу в циліндрі, визначити закон розподілу, межі похибок і адекватність математичного опису дослідним даним;
- уніфікувати циліндри і паророзподільчі механізми молотів;
- виявити причини руйнування шаботів в голтельній зоні "ластівчиного хвоста" і розробити технічні рішення, які їх усувають;
- розробити фізичну і математичну моделі для розрахунку механічної системи падаючих частин, підвищити довготривалість штоків.

Основні положення, які автор виносить на захист. Методики енергетичного розрахунку молотів, працюючих на перегрітій парі, що ґрунтуються на очікуваних індикаторних діаграмах. Обґрунтування можливості використання методу перевірного розрахунку робочого процесу в циліндрі, який базується на теорії пневмоприводу, для молотів, працюючих на перегрітій парі з підтвердженням адекватності математичного опису дослідним даним. Гіпотеза про причини руйнування шаботів, фізична і математична моделі падаючих частин, технічні рішення, що підвищують довготривалість шаботів і штоків.

Наукова новизна і особистий вклад автора. Розроблені балансові рівняння всіх, діючих на падаючі частини сил, з врахуванням особливостей перегрітої пари як енергоносія. Приведені номограми для визначення оптимальних параметрів пари в циліндрі. Виявлені

причини руйнування шаботів в зоні “ластівчиного хвоста”, розроблено на рівні винаходу технічне рішення яке їх усуває.

Дані фізична і математична моделі для визначення реакцій механічної системи падаючих частин, на основі яких розроблено вузол з'єднання штока з бабою, що підвищує довготривалість штоків і надійність з'єднання.

Практична цінність і реалізація роботи в промисловості. Розроблений метод енергетичного розрахунку молотів, працюючих на перегрітій парі. Уніфіковані циліндри і паророзподільчі механізми пароповітряних молотів ковальсько-пресового ґеху. Запропонована гіпотеза причин руйнування шаботів в зоні галтелей “ластівчиного хвоста”, розроблена методика розрахунку реакцій механічної системи падаючих частин. Впроваджений штамподержач (а.с.№ 12112680) на молотах з м.п.ч. 15000кг і 20000кг. Врахований економічний ефект від впровадження наслідків роботи склав 121 тис. крб (в цінах 1990р.)

Апробация роботи. Основні результати і окремі розділи роботи доповідались на технічній раді ЗАТ “Лугцентрокуз”; науково-технічних конференціях СУДУ; на V міжнародній науково-технічній конференції по проблемам розвитку локомотивобудування, Алушта, 1995р; на об'єднаному науково-технічному семінарі СУДУ.

Публикації. По матеріалах дисертації опубліковано 5 статей, 1 доповідь (в тезах), 1 інформаційний листок, одержано 1 авторське свідоцтво.

Об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків і містить в собі 139 сторінок машинописного тексту, 42 рисунки, 24 таблиці, список літератури із 93 найменувань.

Основний зміст роботи. В першому розділі приведено аналітичний огляд по енергетиці пароповітряних молотів. Особливу увагу приділено працям А.І.Зіміна і І.В.Клімова, які створили основи енергетики пароповітряних молотів, працюючих на вологій парі. Великий вклад в розвиток пароповітряних молотів внесли Ю.А.Бочаров, О.Г.Власов, П.А.Дунаев, Л.І.Живов, В.А.Залесский, А.І.Карабін, В.Ф.Щеглов і інші дослідники.

В цьому ж розділі зроблений аналіз робіт по дослідженню напружено-деформованого стану шаботів і працездатності з'єднання штока з бабою молота. В результаті відмічено, що в теперішній практиці є завершені методи енергетичного розрахунку молотів, працюючих на вологій парі і в Східноукраїнському державному університеті розроблені проектні і перевірічі методи енергетичного

розрахунку на ЕОМ штампувальних молотів, працюючих на стисненому повітрі, в основу яких покладено закон зберігання енергії для перемінної кількості повітря в порожнині перемінного об'єму. Зосереджено увагу на відсутність робіт, присвячених енергетиці молотів, працюючих на перегрітій парі.

Розділ 2 дисертації присвячений розробці енергетичного розрахунку молотів, працюючих на перегрітій парі. Балансове рівняння всіх, діючих на падаючі частини, сил приводиться до вигляду

$$\alpha\beta = A + C \quad (1),$$

в цьому рівнянні

$$\beta = \rho k_2 - \rho_0; \quad A = \rho_1 k_1 - \rho_0; \quad C = 1.1mg/F,$$

тут

$$k_1 = (1 - \lambda') + \left\{ \left[\frac{(\varphi_0 + \lambda')}{\varphi_0} \right]^{k-1} - 1 \right\} (\varphi_0 + \lambda') / (k-1),$$

$$k_2 = \gamma_p + [(\varphi_u + \gamma_p) / (k-1)] \left\{ 1 - [(\gamma_p + \varphi_u) / (1 + \varphi_u)]^{k-1} \right\},$$

де α - відношення кільцевої і повної площини поршня;

ρ_1, ρ, ρ_0 - тиск відпрацьованої і свіжої пари, атмосферний тиск;

φ_0, φ_u - відносні величини верхнього і нижнього "мертвого" просторів циліндра;

γ_p, λ' - періоди впуску нижнього і сумарний період впуску-розширення верхньої пари;

F - повна площа поршня;

m, g - маса падаючих частин і прискорення вільного падіння;

k - показник адиабати перегрітої пари, $k=1.3$.

Рівняння (1) є функція двох перемінних: періоду впуску нижньої пари γ_p і сумарного періоду впуску-розширення верхньої пари λ' .

Для його розв'язання запропонована номограма № 1, яка містить в собі значення лівої частини рівняння для теоретично можливих границь зміни періоду наповнення нижньої пари, тобто для

$\gamma_p = 0 \dots 1.0$, а також значення правої частини - $(A+C)$ для теоретично можливих значень періоду впуску-розширення верхньої пари $\lambda' = 0 \dots 1.0$.

Дослідження всіх можливих значень взаємозалежних параметрів γ_p і λ' показали, що з їх безкінечної множини один варіант відповідає мінімальному часу ходу вверх, тобто максимальній продуктивності і досягається при умові, що $\gamma_p + \lambda' = 1$; другий варіант відповідає мінімальним витратам пари, досягається при умові, що кінцевий тиск нижньої пари $P_{кн}$ дорівнює тиску відпрацьованої пари, тобто $P_{кн} = P_1$. Варіанти максимальних продуктивності і економічності не співпадають. В роботі запропоновано за робочий варіант прийняти варіант максимальної продуктивності, тобто такий що відповідає максимальній ефективній потужності молота.

Рівняння балансу робіт усіх сил при ході вниз для повного автоматичного удару подано у вигляді

$$B = \alpha \Gamma + \Pi, \quad (2)$$

в цьому рівнянні

$$B = k_3 \rho - \rho_0; \quad \Gamma = k_4 \rho_1 - \rho_0;$$

$$\Pi = [(L_3/H_m) - 0.9G]/F,$$

тут

$$k_3 = \gamma_p' + [(\varphi_0 + \gamma_p')/(k-1)] \left\{ 1 - [(\varphi_0 + \gamma_p')/(\varphi_u + 1)]^{k-1} \right\};$$

$$k_4 = (1 - \lambda) + [(\varphi_u + \lambda)/(k-1)] \left\{ [(\varphi_u + \lambda)/\varphi_u]^{k-1} \right\}$$

де L_3 - ефективна енергія удару;

H_m - максимальний хід падаючих частин;

γ_p' - період впуску верхньої пари;

λ - сумарна величина періодів впуску і розширення нижньої пари.

Рішення рівняння (2) має такі ж труднощі, що і рівняння (1). В роботі запропонована номограма № 2, яка дозволяє знаходити значення взаємозалежних параметрів γ_p' і λ без особливих труднощів. Тут же приведена методика використання номограм № 1 і № 2 на прикладі енергетичного розрахунку кувального молота при таких

початкових даних : $H_m=1.45\text{м}$; $m=3150\text{кг}$; $\rho=0.7\text{МПа}$; $F=0.24$ кв.м;
 $\alpha=0.89$; $\varphi_0=0.12$; $\varphi_u=0.09$. Оптимальні енергетичні параметри були досягнуті при $\gamma_p=0.29$; $\gamma'_p=0.20$; $\lambda=0.50$; $\lambda'=0.71$. Подаючі частини здійснюють 80х/хв, індикаторна витрата пари становить 0.7 куб. м за подвійний хід, ефективна потужність молота - 107кВт.

В розділі 3 обґрунтована можливість використання методики енергетичного розрахунку на основі теорії пневмоприводу для молотів, працюючих на перегрітій парі. В енергетичному розрахунку молотів, побудованому на основі теорії пневмоприводу, повітря розглядається як ідеальний газ, а його стан описується рівнянням Клапейрона. Рівняння стану пари було розроблено М.П.Вукаловичем та І.І.Новиковим, на його основі складені докладні таблиці водяної пари, котрі широко використовуються в техніці.

Для оцінки похибок від заміни рівняння стану пари М.П.Вукаловича та І.І.Новикова рівнянням Клапейрона були виконані розрахунки питомих об'ємів пари для тиску 0.1...1.2 МПа і температур 120...280°C. Співставлення розрахункових значень питомих об'ємів, одержаних із рівняння Клапейрона, показує, що вони відрізняються від табличних не більше ніж на 8% і ця різниця тим менша, чим вища температура пари. Послідуючі експериментальні дослідження робочого процесу пари в циліндрі молота з м.п.ч. 3150кг. підтвердили можливість використання методики розрахунку молотів на основі теорії пневмоприводу для молотів, працюючих на перегрітій парі.

Розділ 4 присвячений експериментальним дослідженням робочого процесу перегрітої пари в циліндрі пароповітряного кувального молота з м.п.ч. 3150кг. Досліди дали можливість оцінити об'єктивність експеримента, адекватність математичного опису експериментальним даним і техніко-економічні показники молота до і після модернізації. При експерименті реєструвались тиск пари, переміщення і швидкість баби, хід золотника. Для реєстрації тиску використовувалась месдоза з тензометричним елементом - тонким порожнистим циліндром з наклеєними тензодатчиками. Спроба використання нормалізованих датчиків тиску моделі ДД8 була безуспішною. В якості датчиків переміщень використовувались струнні ходографи, в основному з контролюючою функцією. Справа в тому, що для підвищення об'єктивності досліджень і виключення проміжних графічних побудов була запропонована методика визначення енергії удару безпосередньо по осцилограмі тиску пари (без побудови індикаторних діаграм). Суть методики в наступному. Рівняння зміни кількості руху для подаючих частин молота в інтегральній формі має вигляд

$$S = m(v_1 - v_2), \quad (3)$$

V_1 і V_2 - швидкість на початку і в кінці відрізка переміщення;

S - імпульс сил, що привів до зміни кількості руху.

Для переміщення падаючих частин на удар з верхнього в нижнє положення рівняння (3) буде мати вигляд

$$S = mv \quad (4)$$

де V - швидкість удару падаючих частин.

Якщо обидві частини рівняння (4) взяти в квадраті і поділити на $2m$, то отримаємо

$$S^2 / (2m) = mv^2 / 2 \quad (5)$$

отже, енергія удару, яку ми шукаємо, може бути виражена як

$$L = S^2 / (2m), \quad (6)$$

і для її розрахунку необхідно знайти імпульс результативної, діючої на падаючі частини сили за час ходу вниз. Маючи осцилограми тиску пари в порожнинах циліндра в функції часу імпульс результативної сили визначається як

$$S = F \int_0^{t_{\text{хн}}} \rho_v \Delta t - \Delta F \int_0^{t_{\text{хн}}} \rho \Delta t + (mg - R)t_{\text{хн}}, \quad (7)$$

де ρ_v, ρ_n - тиск в верхній і нижній порожнинах циліндра;

$t_{\text{хн}}$ - час ходу падаючих частин вниз.

Перший і другий доданки в (7) - імпульси сил, створені парою в верхній і нижній порожнинах циліндра, останній доданок - імпульс постійних сил від ваги падаючих частин і сили тертя в направляючих. Значення інтегралів визначається планіметриванням осцилограм, окреслених відповідним тиском і атмосферною лінією з врахуванням масштабів тиску і часу.

Аналіз наслідків експериментальних досліджень тиску пари в порожнинах циліндра, виконаний в відповідності до вимог ГОСТа 8.207-86 "Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений" дозволяє зробити висновок:

- експериментальні значення тиску пари належить нормальному розподілу ($0.74 < 0.84 < 0.86$), при рівні значущості 0.05; де 0.84 - розрахункове, а 0.74 і 0.86 табличні значення складового критерію;

- межі похибок результатів вимірів складають 19...5% при довірчій імовірності 0.95 і зменшуються із збільшенням величини тиску;

- відтворюваність експерименту забезпечується при довірчій імовірності 0.95 і підтверджується G-критерієм Кохрена, $G < G_{кр}$ ($0.23 < 0.20$), де G - розрахункове, $G_{кр}$ - табличне значення критерію;

- адекватність математичного опису дослідним даним дотримується при довірчій імовірності 0.95 і підтверджується F-критерієм Фішера, $F < F_{кр}$ ($1.43 < 1.72$), де F- розрахункове, $F_{кр}$ - табличне значення критерію;

- межі похибок математичного опису тиску, розраховані по дисперсії адекватності, складають 11 % при довірчій імовірності 0.95.

Дані експериментальних досліджень показали, що ефективна потужність молота M134 не перевищує 60% від розрахункової як по очікуваним діаграмам, так і по наслідках перевіркового розрахунку на основі теорії пневмоприводу, приблизно на 35% по відношенню до розрахованого, завищені питомі витрати пари.

На основі запропонованої в роботі методики були уніфіковані циліндри молотів, паророзподільчі механізми і паропровідні труби. Повторні експериментальні дослідження молота M134 показали, що його ефективна потужність підвищилась в 1.20...1.35 рази, а питомі витрати пари зменшились в середньому на 10...20% для різних режимів роботи молота. В цілому по цеху були модернізовані 9 одиниць кувальних і штампувальних молотів. В цеху більшу частину молотів складають молоти таких фірм як "Чемберсбург", "Ірі", "Эймуко" одержані по репатриації; присутні також молоти вітчизняного виробництва, така ситуація затрудняла ремонт і технічне обслуговування молотів. Модернізація, яка здійснювалась на протязі багатьох років, мала також за мету уніфікацію основних узлів для забезпечення їх взаємозаміни в границях кожного типорозміру. Дати кількісну оцінку зміни техніко-економічних показників всіх молотів трудно із-за відсутності експериментальних даних. Врахована економічна ефективність від модернізації паророзподільчого механізму штампувального молота з м.п.ч. 20т склали 121 тис. крб в цінах 1990р.

П'ятий розділ роботи присвячений підвищенню довготривалості шаботів і падаючих частин.

Для пояснення причин руйнування шаботу в зоні галтелей "ластівчиного хвоста" була запропонована така гіпотеза. В процесі удару відбувається вигин шаботу назустріч удару, бокові виступи шаботу "набігають" на штамподержач, сили що появились на бокових поверхнях штамподержача приводять до появи розтягуючих напружень в галтельній зоні "ластівчиного хвоста" шаботу, котрі сумуються з розтягуючими напруженнями від забивання клину і нерівномірного розігрівання штамподержача і шаботу, що і являється причиною руйнування шаботу.

Для перевірки запропонованої гіпотези дослідженню піддавався шабот штампувального молота з м.п.ч. 160 кг. Деформації поверхні вимірювались в 16-ти точках при допомозі датчиків опору ПКБ-5-100 з застосуванням звичайної півмостової тензометричної схеми. Регістрація сигналів тензодатчиків виконувалась з допомогою підсилювача KWS-3072 (ФРН) і 14-канального осцилографа моделі Н-117. Виміри напружень в шаботі виконувались при жорсткім закріпленні і не закріпленні штамподержачі, і поступливому (з малою жорсткістю) штамподержачі. В процесі аналізу руйнування шаботів були виявлені місця найбільш вірогідної появи тріщин і напрямок їх розповсюдження, що дозволило значно скоротити обсяг робіт, так як датчики розташовувались в напрямках головних напружень.

Дані виконаних досліджень дозволили зробити такі висновки про напружено-деформований стан шаботу:

- під час удару падаючих частин шабот вигинається назустріч удару;
- амплітуда напружень в першій фазі коливань верхньої частини шаботу залежить від початкових умов розклинення і удару падаючих частин.

Таким чином була підтверджена гіпотеза про причини руйнування шабота в зоні галтелей "ластівчиного хвоста".

Для підвищення довготривалості шаботу була розроблена конструкція поступливого (з зниженою жорсткістю) штамподержача в напрямі дії сил з боку виступів "ластівчиного хвоста" шаботу. Ескіз штамподержача приведений на рис. 1.

В порожнині шаботу 1 розташовані штамподержач 2 і клин 3. Штамподержач з боку опірної поверхні, що контактує з шаботом, має в довжину два пази, що виконані на відстані "В", яка перевищує розмір "S" місця кріплення штампа. Глибина h кожного, розташованого вдовжину, пазу рівна або більша глибини порожнини шаботу Н, а довжина l складає не менше $2/3$ довжини штамподержача.

Схема вузла кріплення штамподержача на штампувальному молоті по а.с. №12112680.

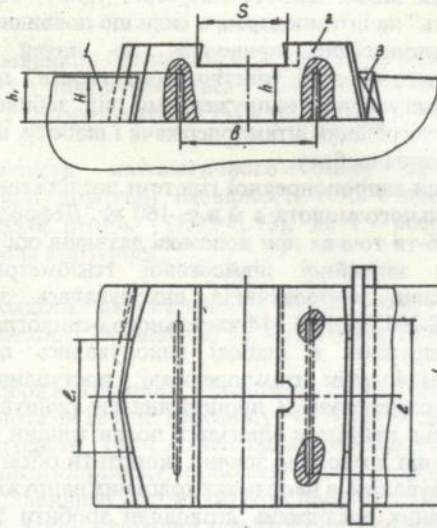


Рис.1

ча. Контакт штамподержача з клином і з боковою поверхнею порожнини в шаботі здійснюється виступами на штамподержачі; довжина l яких не перевищує половини довжини L штамподержача. Висота h середньої частини штамподержача від його основи до горизонтальної опорної поверхні, яка контактує з штампом, більше глибини H порожнини шабота.

Тривала експлуатація поступливого (із зниженою жорсткістю) штамподержача на штампувальних молотах з м.п.ч. 5т, 15т і 20т показала його високу ефективність і експлуатаційну надійність. Кріплення не ослаблюється при роботі молота, клини не "приварюються" ні до шабота ні до штамподержача, з'єднання легко розклинюється при заміні штамподержача.

Найбільш слабкою ланкою падаючих частин є шток. Для дослідження впливу жорсткості з'єднання штока з бабою молота запропоновано зобразити падаючі частини в вигляді багатомасової механічної системи (рис. 2), в якій шток замінено "дискретною

Фізична модель падаючих частин

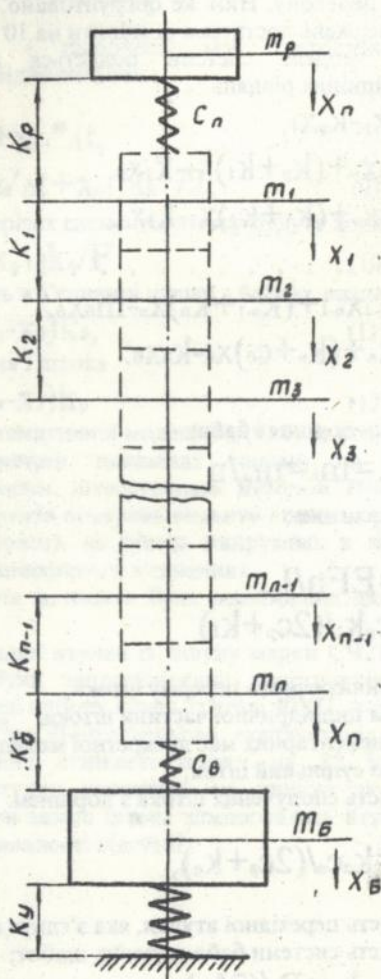


Рис.2

- g - прискорення вільного падіння;
 ε - коефіцієнт відноску.

Переміщення і швидкості мас знаходяться по відомим кінематичним співвідношенням

$$\begin{aligned}x_1' &= x_{1-1}' + x_{1-1}'' \Delta t, \\x_1 &= x_{1-1} + x_1' \Delta t + x_{1-1}'' \Delta t^2 / 2,\end{aligned}\quad (9)$$

Напруження в перерізах елементів штоку будуть дорівнювати

$$\sigma = (x_n - x_{n-1}) k_n / F \quad (10)$$

Сили що виникають в з'єднанні штока з бабою, визначаються як

$$P_6 = (x_n - x_6) k_6, \quad (11)$$

а в з'єднанні поршня і штока

$$P_p = (x_n - x_1) k_p \quad (12)$$

На основі математичної моделі (8), (9) була розроблена програма розрахунку параметрів падаючих частин на ЕОМ. Система диференційних рівнянь інтегрувалась методом Рунге-Кутта. Аналіз результатів розрахунків дозволив виявити вплив жорсткості з'єднання штока з бабою молота на рівень напружень в перерізах штоку і величину сил, які виникають в з'єднаннях.

Запропонована методика була реалізована для молота з м.п.ч. 20т.

Замість суцільної втулки із чавуну марки СЧ21-40 з жорсткістю $S_v = 3 \cdot 10^{11}$ Н/м, була запропонована конструкція з дискретними елементами в вигляді набору кілець із сталі 40ХН, жорсткість якої була рівною $S_v = 1,5 \cdot 10^{11}$ Н/м. Довгострокова експлуатація вказаної втулки показала збільшення стійкості штоку на 25...30%, одночасно довготривалість втулки виявилась не нищою за довготривалість штоку, а так як при заміні штока замінювалась втулка, то дані по її фактичній довготривалості відсутні.

Основні висновки

1. Враховуючи, що ковальсько-пресовий цех являється складовою частиною теплофікаційного циклу об'єднання, а відпрацьована на молотах пара використовується на підігрівання води для опалення, термічний коефіцієнт корисної дії молотів не є визначальним в енергетичних затратах в цілому, задачі підвищення економічної ефективності використання перегрітої пари на привід в дію молотів являються актуальними.

2. Розроблена методика енергетичного розрахунку кувальних молотів, працюючих на перегрітій парі, на основі очікуваних індикаторних діаграм при максимальній ефективній потужності і задовільній економічності.

3. Обґрунтована можливість використання, відкоректована і використана на практиці методика розрахунку робочого процесу стисненого повітря в циліндрі, що основана на теорії пневмоприводу, для молотів працюючих на перегрітій парі.

4. Обробка експериментальних і розрахункових значень тиску пари в циліндрі методами математичної статистики дозволяє зробити висновок, що межі похибок вимірів складають 19...5% при довірчій імовірності 0.95 і зменшується з підвищенням тиску; підтверджується адекватність математичного опису дослідним даним, межі похибок, розраховані по дисперсії адекватності, складають 11% при рівні значущості 0.05.

5. Використання запропонованих методів розрахунку енергетичних параметрів молотів дозволив підвищити ефективну потужність молотів на 30% з одночасним зниженням витрат пари на одиницю ефективної енергії удару на 15%, уніфікувати циліндри і паророзподільчі механізми.

6. Підтверджено експериментально, що домінуючий вплив на довготривалість шаботу мають розтягуючі напруження в галтелях "ластівчиного хвоста", що виникають внаслідок вигину шаботу і "набігання" виступів "ластівчиного хвоста" на штамподержач, запропонована конструкція штамподержача, що усуває цей вплив.

7. Запропоновано фізичну модель падаючих частин зобразити у вигляді багатомасової, в якій шток, як суцільний стержень, замінений дискретною моделлю, розробленою Г.Я.Пановко, а математичну - у вигляді системи однорідних диференціальних рівнянь, по рішенню якої був виявлений вплив жорсткості з'єднання штока з бабою молота на реакції системи; розроблена конструкція цього з'єднання з меншою жорсткістю, що дозволило на молоті з м.п.ч. 20т на 25...30% підвищити довготривалість штоків.

8. Економічний ефект від вдосконалення паророзподільного механізму на штампувальному молоті з м.п.ч. 20т склав 121 тис.крб. в цінах 1990р., ефект від модернізації падаючих частин і впровадження штамподержача по а.с. №12112680 в роботі не розраховувався.

Основний зміст дисертації викладено в слідуючих роботах:

1. Монаятковский С.С. Энергетический расчет ковочных молотов, работающих на перегретом паре / Восточноукр.гос.ун-т.-Луганск, 1995.- 7с.:Библиограф: 4 назв. - Рус. - Деп. в ГНТБ Украины. 01.12.95, №2577-Ук95.

2. Монаятковский С.С., Сушкова Т.С. Метод расчета энергетических параметров штамповочных молотов, работающих на перегретом паре /Восточноукр.гос.ун-т.-Луганск, 1995.- 10с.: ил.-Библиогр.: 3 назв. -Рус.-Деп. в ГНТБ Украины 10.05.95, №1016-Ук95.

3. Монаятковский С.С., Гутько Ю.И. Характеристики движения падающих частей паровоздушных молотов / Восточноукр.гос.ун-т.-Луганск, 1995.-7с.: ил.-Библиогр.: ; назв. - Рус.-Деп. в ГНТБ Украины. 02.06.95. № 1417-Ук95.

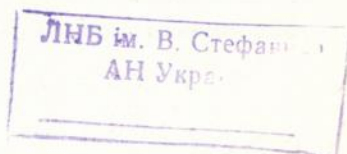
4. Монаятковский С.С., Рей Р.И. Повышение долговечности шаботов паровоздушных молотов / Восточноукр.гос.ун-т.- Луганск, 1995.-9с.: ил.-Библиогр.: 3 назв. - Рус.-Деп. в ГНТБ Украины. 10.05.95. № 1017-Ук95.

5. Монаятковский С.С., Рей Р.И. , Сушкова Т.С. Повышение долговечности штоков паровоздушных молотов / Восточноукр.гос.ун-т.- Луганск, 1995.-13с.: ил.-Библиогр.: 6 назв. - Рус.-Деп. в ГНТБ Украины. 16.02.95. № 359-Ук95.

6. Монаятковский С.С., Рей Р.И. Узел крепления штамподержателя на кузнечном молоте. Информационный листок о научно-техн. достижении № 35-95 Луганск: ЛЦНТИ, 1995.-2с.

7. А.с. 12112680 СССР, МКИ В21 113/06 Узел крепления штамподержателя на кузнечном молоте / Р.И.Рей, А.Г.Карев, С.С.Монаятковский и др. Заявлено 24.04.89; Опубл. 07.07.91, Бюл.№25-2с.: ил.

8. Монаятковский С.С. Усовершенствование паровоздушных молотов применительно к условиям тепловозостроительного производства // Проблемы развития локомотивостроения : Тез.докл. V международной научно-техн. конф. 2-6 октября 1995. - Алушта, 1995.-с.58-59.



АНОТАЦІЯ

Монятовський С.С. Вдосконалення пароповітряних молотів, працюючих в умовах теплофікаційного циклу.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.03.05 - процеси та машини обробки тиском, Східноукраїнський державний університет, Луганськ, 1996.

Ключові слова : молот, шабот, падаючі частини, шток, штамподержач, ефективна потужність.

Розроблена методика енергетичного розрахунку пароповітряних молотів, працюючих на перегрітій парі. Виконані теоретичні і експериментальні дослідження. Висунута і підтверджена гіпотеза руйнування шаботів в галтельній зоні. Запропонована фізична і математична модель падаючих частин. Уніфіковані і вдосконалені паророзподільчі механізми, шаботи і падаючі частини пароповітряних молотів.

ANNOTATION

Monyatovsky S.S. Improvement steam-air hammer, working at the conditions warmthfication cycle.

Dissertation on the competition of on academic degree of condidate of technical science on specialities: 05.03.05 - Process and machines of plastic working. East Ukrainian State University, Lugansk, 1996

Key words: hammer, anvil blok, fallen parts, rod, die-holder, indicator-diagram, effective power.

The method of energetic calculation steam-air hammers has been made, hammers are working at the strong heated steam. The theoretical and experimental investigations have been carried out. The hypotesis of reasons of destroying anvil block in garltals zone has been carried out and confirmed. The physical and mathematical model of fallen parts has been proposed. The steam distribution mechanism, anvil blocks and fallen parts have been unified and improved.

УВЗН.ОН
Підписано до друку 17.04.96. Формат 60x84 1/16,1 д.а.
Тираж 100 екз.Заказ № 147

Ротапрінт СУДУ.348034, м.Луганськ, кв.Молодіжний, 20а

446713

