

Капустян О. Є., Білоник Д. І., Парахневич Є.М.,

Білоник І. М., Шумікін С.О.

(НУ «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя)

**ЗНОСОСТІЙКЕ ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ МОЛОТКІВ
МЕХАНІЗМУ СТРУШУВАННЯ ОСАДЖУВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОДІВ
ЕЛЕКТРОФІЛЬТРІВ**

E-mail: aek@zntu.edu.ua

Ефективність роботи ударного механізму електрофільтру визначається параметрами енергозатрат генерованих ударних імпульсів, а також умовами передачі енергії удару від молотка до ковадла балки струсу [1, 2].

На рис. 1 наведено зовнішній вид стандартних молотків, які застосовуються в більшості конструкцій механізму струшування осаджувальних електричних фільтрів. Матеріал молотків Сталь 20 (НВ = 160...180). Молоток на рисунку 1 (а) новий, а на рисунку 1 (б) – відпрацював близько 150×10^3 ударних циклів і його ударна (контактна) поверхня зазнала суттєву пластичну деформацію. Початковий точковий контакт ударної поверхні молотка трансформувався в об'ємний (рис. 1, б). Як це впливає на енерговитрати механізму струшування та параметри ударного імпульсу?

Ґрунтуючись на класичних положеннях теорії удару [2, 3], були розраховані втрати при передачі енергії для представленого випадку (рис. 1). Новий молоток: площа контакту близько 10 мм^2 , коефіцієнт передачі енергії 0,9987. Молоток після напрацювання 150×10^3 ударних циклів: площа контакту близько 2500 мм^2 , коефіцієнт передачі енергії 0,8891. З урахуванням повного циклу експлуатації електрофільтру (кількість ударних циклів одного молотка $500...600 \times 10^3$) втрати енергії на один молоток будуть складати $2500...2700 \text{ кДж}$. Для всього ударного механізму електрофільтру, в якому зазвичай більш ніж $150...200$ молотків, електричні втрати можуть перевищувати $700...900 \text{ МДж}$. Слід також зазначити, що зі збільшенням площі контакту молотка і ковадла, які співударяються, змінюються параметри ударного імпульсу – зменшується амплітуда і збільшується його три-

валість. Такі зміни негативно впливають на очищення від пилу осаджувальних та коронуючих електродів.



Рис. 1. Молоток до експлуатації (а) і після напрацювання 150×10^3 ударних циклів (б)

В даній публікації приведені результати науково-дослідної роботи, метою якої була розробка заходів для зниження енерговтрат механізму струсу ударного

механізму та забезпечення незмінності параметрів ударного імпульсу протягом всього терміну експлуатації електрофільтру. Цього можливо досягти, якщо для ударної частини молотка обрати та застосувати матеріал, який має необхідну твердість (30...35 HRC), володіє підвищеною стійкістю до пластичної деформації в умовах ударних навантажень та добре наплавляється [4].

Цим вимогам відповідає ряд матеріалів, наведених в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад і твердість наплавленого металу [5-7]

Марка	Хімічний склад наплавленого металу, мас. %						Твердість, HRC
	C	Mn	Si	Cr	Mo	інші	
Wearshield ABR	0,20	1,1	0,75	6,5	0,40	-	28...53
Wearshield BU-30	0,16	0,87	1,14	1,49	0,58	-	32...38
OK Weartrade 35	0,09	0,9	0,80	3,0	-	-	32
OK Weartrade 45	0,30	2,0	0,80	1,3	-	-	45
OK Weartrade 50	0,46	0,4	0,50	6,0	0,50	-	>45
ВЕЛТЕК-Н290	0,10	0,6	0,50	0,5	0,50	0,3 Ni	24...30
ВЕЛТЕК-Н350-PM	0,20	1,2	0,80	1,1	0,40	-	34...44
ВЕЛТЕК-Н370-PM	0,15	0,6	0,80	3,0	1,20	0,4 V	30...42
ОЗН-300М	0,10	3,0	1,30	-	-	-	30...35

На наш погляд, для зміцнення ударної частини молотка доцільно застосувати матеріал типу ОЗН-300М (табл. 1), який не містить дорогих легувальних елементів і має гарну зварюваність та рекомендований для наплавлення деталей з вуглецевих і низьколегованих сталей, які працюють в умовах дії інтенсивних ударних навантажень.

Для проведення даної роботи вибрали стандартний молоток, конструкція якого представлена на рис. 2. З аналізу технологічності виготовлення молотка (рис. 2) доцільно, як і у роботі [8], операцію формування ударної частини електрошлаковим наплавленням (ЕШН) об'єднати з її зміцненням. При цьому, на хво-

стовик зі Сталі 20 ($180 \times 60 \times 12$ мм) наплавляють ударну частину (діаметром 105 мм і товщиною 50 мм) матеріалом, %: 0,11 С; 2,9 Mn; 1,40 Si; 0,015 S; 0,025 P, 310 НВ.

ЕШН дослідної партії молотків виконували на установці А-550. Необхідну форму ударної частини забезпечив спеціальний роз'ємний мідний водоохолоджуваний кристалізатор. Параметри наплавлення: струм 1300...1400 А; напруга – 39 В, флюс АНФ-6. ЕШН ударної частини молотків виконували коробчастим порошковим електродом, металева оболонка, якого виготовлена зі сталі 08кп та була заповнена шихтою із суміші FeMn і FeSi. Наплавлені молотки не вимагали фінішної механічної, термічної обробки, корегування маси та додаткового балансування.

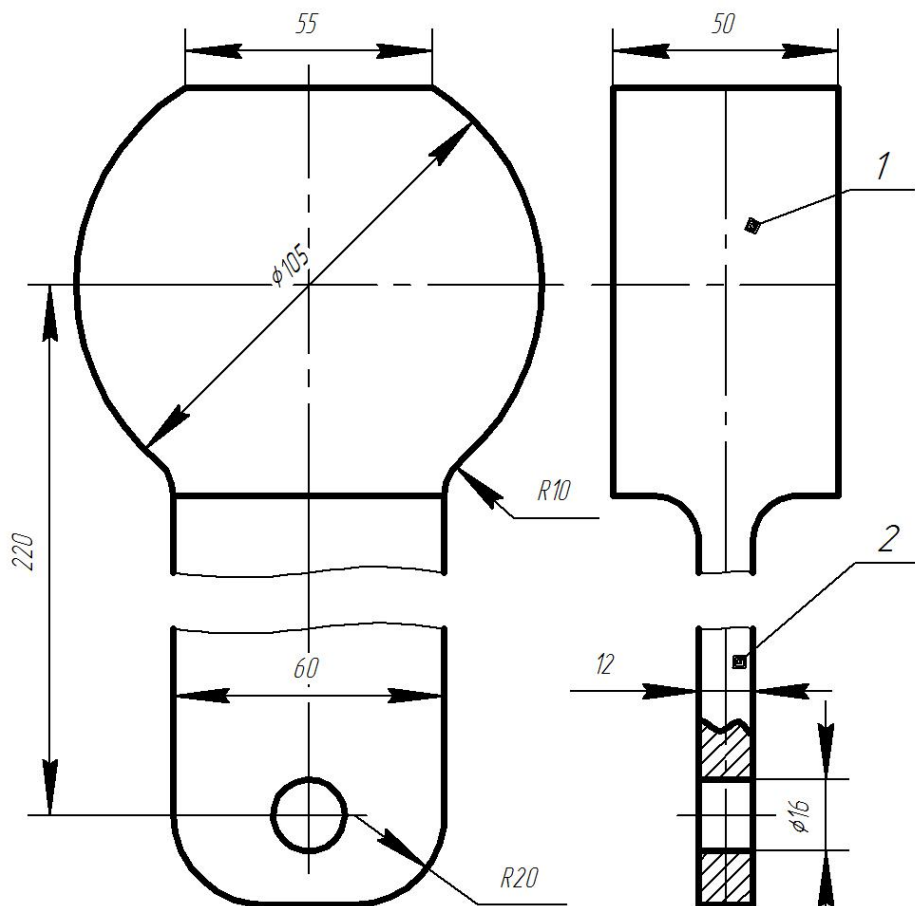


Рис. 2. Конструкція молотка, який пропонується для зміцнення ЕШН ударної частини: 1 – ударна частина; 2 – хвостовик

Визначення надійності наплавлених молотків, опір пластичній деформації

та зносостійкість ударної частини виконали тестуванням за методикою [8] на спеціальному стенді, який забезпечує енергокінематичні параметри удару молотка по ковадлам балки струшування, аналогічні для фільтра ПГДС-3-70.

Встановлено наступне. Для стандартних молотків (Сталь 20, 168 НВ) первісна площа контакту молотка і ковадла становила порядку 50 мм^2 і зростала пропорційно кількості ударних циклів. Після напрацювання 250×10^3 циклів інтенсивність збільшення площі контакту дещо знижується. Це можна пояснити наклепом Сталі 20. Максимальна площа контакту (порядку 540 мм^2) була зафіксована при закінченні тестування (400×10^3 ударних циклів), що відповідає повному терміну експлуатації молотків.

Для зміцнених молотків (310 НВ) первісна площа контакту також становила близько 50 мм^2 . При напрацюванні до 150×10^3 ударних циклів відбулося незначне збільшення первісної площі від 50 мм^2 до 80 мм^2 , що можна пояснити напрацюванням деталей. Потім площа контакту практично не змінювалась та складала приблизно ($\approx 100 \text{ мм}^2$) до кінця тестування.

Також слід зазначити, що жоден з наплавлених молотків не був зруйнований при тестуванні. Це свідчить про їх високу надійність та можливість промислового застосування.

Таким чином, впровадження молотків із зміцненою електрошлаковим наплавленням ударною частиною, матеріалом, %: 0,11 С; 2,9 Мп; 1,40 Si; 0,015 S; 0,025 Р, (310 НВ) повинно забезпечити зниження енерговитрат ударного механізму струшування електрофільтра та незмінність ефективності параметрів ударних імпульсів, які отряхують осаджувальні електроди впродовж усього терміну експлуатації електрофільтра.

Література:

1. Алиев Г.М.–А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: справ. изд. / Г.М.–А. Алиев. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
2. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. – М.: Наука, 1985. – 354 с.

3. Манжосов В.К., Слепухин В.В. Моделирование продольных ударов в стержневых системах: монография. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 208 с.
4. Чекалов Л.В. Практическая экотехника: электрическая и механическая очистка газов / Л.В. Чекалов. – Семибратово: Кондор-Эко, 2008. – 156 с.
5. Lincoln Electric: Hardfacing products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.lincolnelectric.com/en-us/consumables/hardfacing/Pages/hardfacing.aspx>.
6. Hardfacing electrodes [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.esabasia.com/asia/en/products/filler-metals/covered-stick-electrodes-smaw/hardfacing-electrodes/index.cfm>.
7. Порошкові дроти для наплавлення виробництва ТОВ «ТМ ВЕЛТЕК» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://weldtech-group.com/ukr/surfacing>.
8. Билоник И. М., Береговенко Н. Н., Капустян А. Е., Шумилов А. А., Билоник Д. И., Губарь Е. Я. Применение электрошлаковой наплавки для изготовления молотков ударного механизма встряхивания осадительных электродов электрофильтров / Вісник Черкаського державного технологічного університету 2020. – №4. – С. 152–161.

Кивгило Б.В., Ямшинський М.М.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

МІЦНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БІМЕТАЛЕВОГО З'ЄДНАННЯ СТАЛЬ-АЛЮМІНІЄВОГО ЗРАЗКА

Зважаючи на стрімкий розвиток екологічних видів транспорту, наприклад, електромобілів, які з року в рік усе ширше входять до масового сегменту споживання, важливим параметром для такого виду транспорту є мінімальна маса. Оскільки зниження маси транспортних засобів суттєво впливає на витрату енергії (палива, заряду акумуляторних батарей тощо) для його переміщення. Чим менша маса – тим менші витрати “палива” на кілометр шляху транспортного засобу, а, відповідно, і економія вартості “палива”, збільшення запасу ходу автомобіля [1].