

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ТОНКОСТІННИХ ДЕТАЛЕЙ ІЗ СІРОГО ПЕРЛІТНОГО ЧАВУНУ

О.Л.Жидецька, М.О.Жидовцев

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 48000
e-mail: public@ifdtung.if.ua

Рассматривается простой и надёжный способ изготовления деталей электроцентробежного насоса для добычи нефти из перлитного чугуна повышенной износостойкости.

The simple and reliable method for the producing of the electrical centrifugal pump for the oil receiving making from the grey perlite iron with the increased wear and tear stableness.

В сучасних установках електровідцентрових насосів для видобутку нафти (УЕВН) робочі органи насоса – направляючі апарати, робочі колеса – виготовляють серійно із сірого церієво-борієвого чавуну шляхом відливки і механічної обробки торцевих робочих поверхонь [1]. Недоліком цього методу є низька твердість (140-180 HRB) і відповідно низька зносостійкість і недовговічність цих деталей.

Відомий спосіб підвищення зносостійкості і міцності робочих органів насоса із високохромистого чавуну шляхом термообробки (після відливки і механічної обробки), що включає нагрів до температури аустенізації, охолодження на повітрі і відпуск [2]. Недоліком методу є необхідність додаткової механічної обробки зміцнених деталей після термічної обробки, що призводить до зміни їх геометричних розмірів.

Відомий також спосіб виготовлення виробів із чавуну, що включає механічну обробку вилитої заготовки і наступну її термічну, шляхом нагріву до завершення $\alpha - \gamma$ перетворення і гарячого гідродинамічного видавлювання квазірідкого середовища в пресформу [3]. Недоліком цього способу є його складність і висока вартість, а також необхідність механічної обробки робочих поверхонь деталей ЕВН після затвердіння внаслідок зміни їх розмірів при термообробці.

Поставлено завдання розробки простого і надійного способу одержання зносостійких робочих органів установки ЕВН.

Для його технічного вирішення пропонується при виготовленні тонкостінних деталей складної конфігурації використовувати перлітний або перлітно-феритний чавун, який модифікується при литві рідкоземельним металом (ітрієм, церієм), а виробу перед термічною обробкою проходять кінцеву механічну обробку з від'ємними допусками, які компенсують величину приросту розмірів деталей ЕВН при термічній обробці. Термічну обробку проводять шляхом нагрівання деталей (об'ємним методом, або СВЧ) до температури мартенситного перетворення і гартування в маслі.

Застосування модифікованого рідкоземельними металами в об'ємі 0,01...0,05% від об'єму сірого чавуну забезпечує мінімальну його усадку при литві, підвищену пластичність, а термі-

чна обробка деталей надає їм підвищену зносостійкість і міцність.

Величина від'ємних допусків визначається емпіричним або експериментальним шляхом і залежить від таких факторів:

- процентного співвідношення перліту і фериту у вихідній структурі чавуну: чим більше перліту у вихідній структурі, тим більший приріст розмірів виробу при термообробці. Так, дослідним шляхом встановлено, що об'ємний приріст розмірів змінюється від 0,6% (при 100% перліту) до 0,22% (при 60% перліту);

- геометричних лінійних розмірів і конфігурацій перерізів виробу. Чим більший розмір виробу і товщина його стінок, тим більший приріст розмірів виробу. Так, при рівних товщинах у виробі діаметром 80 мм приріст розміру становить 0,275 мм, а у виробі діаметром 20 мм – тільки 0,06 мм;

- способу термічної обробки. При об'ємному способі (в прохідних печах) для рівномірного прогріву виробів і переходу в мартенсит мінімальний час нагріву складає 40...60 хвилин, а при нагріві струмами високої частоти (СВЧ) цей час складає лишень 30...50 секунд і товщина металу, де проходять перетворення, значно менша, тобто процес проходить в основному в поверхневому шарі. Із наведених нижче результатів досліджень можна зробити висновок, що при одному і тому ж складі чавуну об'ємний приріст розмірів виробу становить: при об'ємному нагріві – 0,36%, а при СВЧ – 0,12%, тобто в 3 рази менше. Це добре узгоджується з відомими теоретичними положеннями [4] про те, що величина коефіцієнта об'ємного теплового розширення в 3 рази більша за коефіцієнт лінійного теплового розширення. При цьому поверхнева твердість чавуну в двох випадках однакова і складає 480-500 HRB, а структура – дрібнозернистий мартенсит, що забезпечує його високу зносостійкість. В першому наближенні величина від'ємного допуску не повинна перевищувати сумарного збільшення розмірів від цих трьох складових, причому, як показали дослідження, структурні зміни і зміни розмірів виробів після їх термічної обробки взаємопов'язані і взаємозумовлені. Найбільший вплив на зміну розмірів виробу мають самі розміри виробу, причому наближено цю залежність можна виразити, використовуючи наведені

Таблиця 1 — Розрахункове значення приросту розмірів виробів і узгоджувального коефіцієнта до них

Спосіб нагріву	Характер результатів	Розміри виробів направляючого апарату (УЕ 155034)						
		21Н8	36Н11	46Н9	75h8	80e8	120	220
		Приріст розмірів після термообробки, Δ в мм						
Прохідна піч	Експеримент.	0,076	0,130	0,166	0,270	0,288	0,441	0,801
	Розрахунок за ф-лою (1)	0,063	0,104	0,132	0,211	0,225	0,339	0,606
	Узгоджувальний коеф. k	1,25	1,25	1,26	1,28	1,28	1,30	1,32
СВЧ	Експеримент.	0,025	0,043	0,055	0,090	0,096	0,149	0,263
	Розрахунок за ф-лою (1)	0,020	0,0345	0,0349	0,071	0,075	0,1146	0,202
	Узгоджувальний коеф. k	1,25	1,25	1,254	1,275	1,28	1,3	1,32

Таблиця 2 — Відхилення значень узгоджувальних коефіцієнтів

k_E	k_T	$k_E - k_T$	%
1,25	1,252728	0,00273	0,22
1,25	1,258248	0,00825	0,66
1,26	1,261928	0,00193	0,15
1,28	1,2726	0,00740	0,58
1,28	1,27444	0,00556	0,44
1,3	1,28916	0,01084	0,84
1,32	1,32596	0,00596	0,45

вище результати досліджень, які засвідчили, що при діаметрі деталі 80 мм приріст розміру становить 0,275 мм, а при діаметрі 20 мм – тільки 0,06 мм.

Якщо вважати, що понад $\varnothing 20$ мм зміни розмірів деталей після термічної обробки підпорядковуються прямолінійній залежності, то цю закономірність можна подати так:

$$\Delta = Nk = [A_{20} + \Delta_1(d - 20)]k, \quad (1)$$

де: $N = [A_{20} + \Delta_1(d - 20)]$,

A_{20} – приріст розмірів виробу діаметром 20 мм, що рівний 0,06 мм,

Δ_1 – приріст розміру виробу з діаметром 80 мм при зміні його на 1%, рівний 0,00275 мм,

d – дійсний розмір виробу, мм,

k – узгоджувальний коефіцієнт, що враховує інші фактори і становить згідно з наведеними нижче дослідями 1,25...1,3.

Для підтвердження цієї залежності, а також визначення значення узгоджувального коефіцієнта k і впливу способу нагріву (прохідна піч, СВЧ) при термообробці були проведені досліди при одному і тому ж складі сірого чавуну: С – 4,0%; Si – 2,8%; Mn – 0,8%; Cu – 0,4%; Cr, Ni, V, P не регламентований (по вихідному чавуну). Структурна основа – перліт П – 80%; Ф – 20%. Вихідна твердість чавуну 160 HRB. Нагрів виробів здійснюється в прохідній печі і СВЧ до температур 840...860°C. Після нагріву вироби зазнавали гартування в маслі. Вимірю-

вання геометричних розмірів виробів до і після термообробки здійснювали у визначених точках не менше 3-х разів. Результати дослідів по всіх виробках направляючого апарату (УЕ 155034) установки ЕВН, а також дисків діаметром 120 і 200 мм товщиною 5 мм наведені в табл. 1.

Як видно з табл. 1, приріст розмірів виробів значною мірою залежить від самих розмірів і способу нагріву виробів при термообробці. Із збільшенням діаметра виробу (з 21 до 220 мм) величина приросту збільшується практично пропорційно.

Розрахунки відрізняються від експерименту в бік заниження в 1,25...1,32 рази, тобто узгоджувальний коефіцієнт k_E може бути прийнятий для деталей діаметром до 40 мм $k_E = 1,25$; від 40 до 100 мм $k_E = 1,2$; більше 100 мм (до 220 мм) $k_E = 1,3$.

Розрахунки проводились за формулою

$$\Delta = [0,06 + 0,00275(d - 20)]k_E. \quad (2)$$

Відповідно, для прийнятих розмірів виробів запропонована залежність справедлива.

Проте, дискретність експериментальних візріців не дає можливості встановити значення узгоджувального коефіцієнта для будь-якого розміру деталей, вилитих з перлітного чавуну, модифікованого церієм.

Як видно з табл. 1, узгоджувальний коефіцієнт пропорційно збільшується зі збільшенням

розміру деталей. Провівши лінійну апроксимацію, отримаємо аналітичну залежність величини узгоджувального коефіцієнта від діаметра деталі

$$k_T = 1,245 + 0,000368d. \quad (3)$$

Провівши порівняння значень узгоджувального експериментального k_E та теоретичного k_T коефіцієнтів можна зробити висновок, що розбіжність значень цих коефіцієнтів, встановлених експериментально та розрахованих теоретично за формулою (3), менше 1% (табл. 2).

Після підстановки рівняння (3) в рівняння (2) отримаємо залежність

$$\Delta - 0,068475 + 0,0034255 \cdot d + 0,000001012 \cdot d^2, \quad (4)$$

яка дає можливість визначити величину приросту будь-якого розміру деталей, вилитих з перлітного чавуну, модифікованого церієм, після обробки в камерних печах. При цьому розкид приросту розмірів виробів згідно з дослідженнями

не перевищує 0,07%, що при врахуванні мінімусових допусків не виходить за межі розрахункових допусків і дає змогу спростити технологію виготовлення виробів, виключивши трудомістку операцію шліфування після термообробки (або іншу механічну обробку) і тим самим знизити вартість виробу.

Література

1. Насосы погружные центробежные модульные ЭЦНМ и ЭЦНМК. ТУ 26-06-1485-87. – М.: Миннефтепром, 1987. – 100 с.
2. Богданов А.А. Погружные центробежные электронасосы для добычи нефти (расчет и конструкция). – М.: Недра, 1968. – 272 с.
3. Филиппов В.Н. Надежность установок погружных центробежных насосов для добычи нефти. – М., 1983. – 70 с. – (Насосоостроение: Обзор информ / ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ; сер. ХМ-4).
4. Жермен П. Курс механики сплошных сред. – М.: Высшая школа, 1983. – 399 с.

УДК 620.179

ЗНОСОСТІЙКИЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТО-АКУСТИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ НЕПЕРЕРВНОЇ ТОВЩИНОМЕТРІЇ ТРУБ НАФТОВОГО СОРТАМЕНТУ

О.В.Вісков

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 44672
e-mail: public@ifdtung.if.ua

Описано конструкцию износостойчивого электромагнито-акустического преобразователя для толщинометрии различных изделий, в частности – труб нефтяного сортамента. Приведены результаты его испытаний.

Is described a design of the new wear-proof EMA-transducer for thickness measuring of different items, in particular – oil and gas pipes. The outcomes of its tests are adduced.

Загальновідомо, що питанню неруйнівного контролю труб нафтового сортаменту останнім часом приділяється особлива увага. Одним з головних завдань, вирішення якого сприяє суттєвому зменшенню аварійності, є своєчасне виявлення й вилучення з колони бурильних труб елементів з критичними пошкодженнями. Особливо актуальним і перспективним є питання діагностики труб безпосередньо в умовах бурової під час спуско-підймальних операцій. Але, на жаль, на сучасному етапі при дефектоскопії труб в польових умовах служби дефектоскопії проводять лише діагностику різьбових ділянок і не контролюють тіло, чого явно недостатньо для впевненої й безпечної експлуатації труб.

Проведення повної діагностики труб в польових умовах шляхом поздовжнього сканування групою перетворювачів на сучасному етапі неможливе, оскільки ультразвукові перетворювачі з п'єзопластинами, які зазвичай вико-

ристовуються, потребують створення й постійного підтримання акустичного контакту між призмою перетворювача та поверхнею труби. Через те, що п'єзоперетворювач повинен рухатись з високою швидкістю по поверхні труби, яка здебільшого має сліди значної корозії, підтримка надійного акустичного контакту утруднена, а, отже, і достовірність контролю невисока. Якщо ж враховувати і той фактор, що для створення акустичного контакту найчастіше використовується так звана локальна ванна, заповнена технічною водою, то неважко зрозуміти, що в холодну пору року діагностика труб в польових умовах з використанням таких технологій неможлива. Крім того, ультразвукові п'єзоперетворювачі, призми яких виготовлені з оргскла або подібних матеріалів, внаслідок тертя об поверхню труби швидко зношуються й суттєво змінюють свої параметри.

Для проведення 100% діагностики труб під час спуско-підймальних операцій необхідно