

УДК 621.951.025.7

А.С. АРАЛКИН, канд. техн. наук, доц.,
С.В. ПЕРЕГУДОВ інженер, І.В. ГРОШКО, магістрант
Криворізький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СПРЯЖЕННЯ КЛЕЄНОГО СВЕРДЛА

Викладено результати графоаналітичних досліджень обґрунтування та визначення раціональної довжини спряження клеєного свердла. Розглянуто два варіанти спряження за посадками $H7/h6$ та $H7/f6$. Надано рекомендації щодо марок скліючої рідини. Приведено її експлуатаційні характеристики.

Проблема та її зв'язок з практичним завданнями. Розробка та виготовлення специфічного та спеціального інструмента являє особливий інтерес для одиничного та малосерійного виробництва. В цих умовах доцільно звести до мінімуму матеріальні витрати на виготовлення такого інструмента.

Одним з видів такого специфічного інструмента є свердла збільшеної довжини, виготовлення яких в умовах виробництва являє достатньо складну задачу. Одночасно з цим є вихід з цієї ситуації – виготовлення складеного (клеєного, зварного, паяного тощо). Виготовлення свердла збільшеної довжини з використання термічної обробки (зварювання, пайки...) може привести до значних температурних деформацій з подальшим отримання браку. Тому розробка раціональної технології виробництва свердел збільшеної довжини в умовах малих підприємств для одиничного та дрібносерійного виробництва є задачею актуальною і своєчасною.

Аналіз досліджень та публікацій. Негативний результат, який виникає під час термічних методів з'єднання короткого свердла з хвостовиком-подовжувачем, повністю виключено при використанні технології клеєного виробництва [1]. Якщо розглядати клеєний матеріал як удруге тіло, то його руйнування може виникнути у разі, якщо виникне та буде розповсюджуватися по усьому ньому тріщина, або у разі, якщо створяться умови накоплення напружень, які мажуть руйнувати з'єднання [2]. Перша умова практично виключена у зв'язку з обмеженими розмірами зони спряження, а другу можна попередити і виключити розрахунками.

Постановка завдання. Для виготовлення такого свердла передбачається склеювання короткого свердла, яке виготовляється серійно, з стрижнем-подовжувачем, що спрягаються по з гарантованим зазором. Раніше автори торкалися цієї проблеми [3]. У цій статті наводяться результати з визначення найменшої довжини спряження клеєних з'єднань, що виключить їх брак.

Мета роботи – розробка науково обґрунтованих рекомендацій раціональної довжини склеювання для обраного ряду спряжень.

Ідея роботи полягає в тому, щоб за результатами графоаналітичного аналізу геометричних параметрів спряження визначити їх раціональні значення, при яких відхилення вісі склеєного свердла не буде перевищувати значення, яке передбачається ГОСТ 886.

Задачі роботи: обґрунтувати та визначити посадки спряження; провести серію вимірювань для обраних діаметрів клеєних свердел та посадок спряжень; виконати математичну апроксимацію результатів вимірювань та провести математичний аналіз отриманих залежностей; виготовити експериментальні зразки свердел нової конструкції та провести експериментальні дослідження міцності з'єднання клеєних частин; розробити рекомендації з технології виготовлення свердел.

Викладення матеріалу та результати. Для виконання роботи використовували програмне забезпечення Компас-Графік 2-D та Microsoft Excel. Проведено графоаналітичні дослідження подовжених свердел $\varnothing 10$ (спряження стрижня з хвостовиком короткого свердла $\varnothing 6H7/h6$, $\varnothing 6H7/f6$), $\varnothing 16$ та $\varnothing 18$ ($\varnothing 10H7/h6$, $\varnothing 10H7/f6$), та $\varnothing 30$ ($\varnothing 20H7/h6$, $\varnothing 20H7/f6$). Довжину робочої частини визначали за ГОСТ4010-77, габаритні розміри збільшеного свердла призначали за ГОСТ 886-77 (рис. 1).

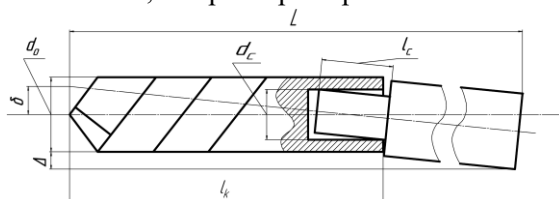


Рис. 1. Розрахункова схема клеєного свердла: L - довжина збільшеного свердла (ГОСТ 886-77), l_k - довжина короткого свердла (ГОСТ 4010-77), l_c - довжина спряження, d_0 - номінальний діаметр свердла, d_c - номінальний діаметр спряження, Δ - відхилення від прямолінійності свердла, δ - биття ріжучої кромки клеєного свердла

За допомогою програмного забезпечення Компас-Графік 2-D будували креслення спряжен-

ня з найбільшим можливим зазором спряження отвору й стрижня-подовжувача. Для отримання достовірних результатів та зменшення похибки вимірювання розміри свердла збільшували в 100 разів. Довжину спряження зменшували послідовним зміщенням стрижня-подовжувача в осьовому напрямку свердла. Стрижень-подовжувач повертали навколо нижньої точки контакту спряження на найбільший можливий кут. Виконували вимірювання параметрів відхилення від прямолінійності свердла – Δ , биття ріжучої кромки клееного свердла – δ (рис 1). Найбільше відхилення клееного свердла від прямолінійності обмежували значенням, яке регламентовано ГОСТ 2034-80 (табл. 1). Для прийнятого діаметра свердла це значення приймали, як постійну величину.

Таблиця 1

Допуск прямолінійності свердла					
Діаметр свердла	більше 1 до 3	більше 3 до 6	більше 6 до 10	більше 10 до 20	більше 20 до 30
Допуск прямолінійності	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20

Рациональні параметри спряження визначали аналітично рішенням системи рівнянь (табл. 1), та перевіряли графічно (рис. 2)

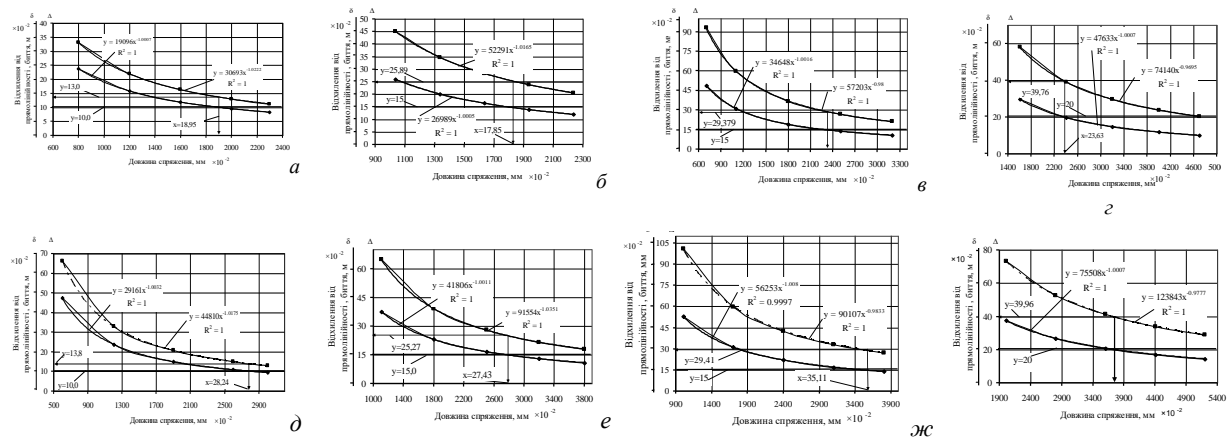


Рис. 2 – Графіки параметрів спряження свердла:
 а- $\phi 6H7/h6$ (свердло $\phi 10$), б – $\phi 10H7/h6$ (свердло $\phi 16$), в- $\phi 6H7/h6$ (свердло $\phi 18$), г – $\phi 20H7/h6$ (свердло $\phi 30$)
 д- $\phi 6H7/f6$ (свердло $\phi 10$), е – $\phi 10H7/f6$ (свердло $\phi 16$), ж- $\phi 6H7/f6$ (свердло $\phi 18$), з – $\phi 20H7/f6$ (свердло $\phi 30$)

Результати розрахунків зведено до табл. 2.

Таблиця 2

Зведена таблиця визначення параметрів спряження клееного свердла				
Діаметр (d_0) та довжина (L) свердла, мм	Діаметр спряження d_c , мм	Розрахункова система рівнянь	Найменша довжина спряження l_c , мм	Биття ріжучої кромки клееного свердла δ , мм
10×184	$\phi 6 H7/h6$	$\begin{cases} \Delta = 19096 \cdot l_c^{-1,0007}; \\ \Delta = 10. \end{cases}$	18,95	$13,69 \cdot 10^{-2}$
	$\phi 6 H7/f6$	$\begin{cases} \Delta = 29161 \cdot l_c^{-1,0032}; \\ \Delta = 10. \end{cases}$	28,24	$13,81 \cdot 10^{-2}$
16×227	$\phi 10 H7/h6$	$\begin{cases} \Delta = 26989 \cdot l_c^{-1,0005}; \\ \Delta = 15. \end{cases}$	17,85	$25,89 \cdot 10^{-2}$
	$\phi 10 H7/f6$	$\begin{cases} \Delta = 41806 \cdot l_c^{-1,0011}; \\ \Delta = 15. \end{cases}$	27,43	$25,27 \cdot 10^{-2}$
18×241	$\phi 10 H7/h6$	$\begin{cases} \Delta = 34648 \cdot l_c^{-1,0016}; \\ \Delta = 15. \end{cases}$	22,73	$29,37 \cdot 10^{-2}$
	$\phi 10 H7/f6$	$\begin{cases} \Delta = 56253 \cdot l_c^{-1,008}; \\ \Delta = 15. \end{cases}$	35,11	$29,41 \cdot 10^{-2}$

30×307	Ø20 H7/h6	$\begin{cases} \Delta = 47633 \cdot l_c^{-1,007}; \\ \Delta = 20. \end{cases}$	23,63	$39,76 \cdot 10^{-2}$
	Ø20 H7/f6	$\begin{cases} \Delta = 75508 \cdot l_c^{-1,007}; \\ \Delta = 20. \end{cases}$	37,44	$39,96 \cdot 10^{-2}$

Для склеювання пропонується серія клеїв фіксаторів вал - втулка компанії Devcon (представництво ООО Хімтрейд, м. Харків). До таких фіксаторів можна віднести клеї високої міцності 82-13, 82-33, 83-03, 83-21, 83-31, 83-80 та 85-21.

Це однокомпонентні, анаеробні матеріали високої міцності з тривалим часом твердіння для закріплення металевих елементів в циліндрових з'єднаннях і з'єднаннях типу «вал-втулка». Їх використання дає можливість запобігти підтіканню рідини і утворенню іржі. Затвердіння матеріалу настає після припинення контакту з повітрям (киснем) між двома металевими поверхнями в з'єднанні. Особливо ефективні при кріпленні втулок, які працюють під впливом дії високої температури. Клей створює еластичну прокладку, закріплюючи циліндрові з'єднання і з'єднання «вал-втулка», запобігаючи тим самим прослизанню елементів або їх зрушенню і замінюючи тим самим термічний або прес метод використовувани для таких з'єднань.

Стійкий до дії газу, повітря, води, масел, і інших хімічних матеріалів, як так само до ударів і вібрації. Не змінює свої характеристики в широкому діапазоні робочих температур. Застосовується там, де потрібна висока міцність при передачі моменту, що крутить, при високому навантаженні на вісь і якщо демонтаж з'єднання утруднений. Матеріал на 100% оберігає з'єднання від корозії і забезпечує герметичність

Характеристики неотверділого продукту (на прикладі клею марки 83-31): колір зелений флуоресцентний, в'язкість 600 [сПа] при 25 °С, температура спалаху > 100°С, розчинників не містить, термін зберігання до 12 міс. при температурі 8-28°С в оригінальній упаковці, час схоплювання 40-60 хв, час набору функціональної міцності (75%) через 12-24 годин, набору повної міцності (100 %) через 24-36 год.

Характеристики повністю отверділого продукту (після 24 ч): допустима напруга при розрізанні – 15-25 Н/мм², момент тертя 20-30 Нм, Момент зрушення - 30-40 Нм, діапазон робочих температур -55°С +175°С.

Стійкість до води, розчинників, зміни температури, вібрації відповідно до DIN30661.

Рекомендації до використання. Елементи, що сполучаються, заздалегідь очистити від забруднення і знежирити, краще всього очищувачем PULITORE-10. Клей можна активувати так само за допомогою Актуатор-11. Фіксатор LOXEAL 83-31 наноситься на зовнішню поверхню вальцевого з'єднання в невеликій кількості. Частина, що сполучаються, можуть ковзати один по одному або заходити дуже щільно. На вальцевої поверхні (внутрішньої і зовнішньої) рекомендується виконати фаску 30-35°, яка полегшить введення клею в з'єднання. Не рекомендується використовувати даний продукт в з'єднаннях схильних до дії кисню, хлору, або інших кислородосодержащих з'єднань.

Найбільшу вагу представляють спеціальні марки клею 86-86 та 89-51. Це високотемпературний (+230°С), високоміцний анаеробний адгезив. Висока в'язкість і тиксотропний ефект дозволяють використання в різних цілях. Витримує корозію, вібрації, воду, газ, масло, вуглеводень і інші хімічні речовини. Це темно-зелений, токсикотропний анаеробний метакрулат. В'язкість (25°С - МПа·с) - (20 об/хв) 6.000-15.000/(2,5 об/хв) 15.000-25000. Питома вага (25°С – г/см³) - 1,1, Максимальний зазор з'єднання 0,3, точка спалаху >100°С, термін зберігання 1 рік.

Властивості затвердіння: Відкритий час 20-40 хв, функціональний час твердіння 3-6 годин, повний час затвердіння – 24 годи, Міцність на зрушення (DIN 54452) - 10-20Н/мм², момент зриву (Міжнародна організація стандарту 10964) – 20-35 Нм, діапазон робочих температур - 50...230 °С

Висновки та напрямок подальших досліджень. Отримані результати дозволяють в умовах малих підприємств для особистого виробництва а також великих підприємств з обмеженою програмою технологічного виробництва за необхідністю швидко отримувати якісні свердла збільшеної довжини.

Подальші дослідження будуть направлені на розробку конструкції з'єднання з додатковою механічною фіксацією вузлу спряження отвору і стрижня подовжувача, виготовлення експериментальних свердел з призначеними раціональними параметрами та проведення їх промислових випробувань для визначення механічної міцності.

Список літератури

1. Никитенко В.М., Курганова Ю.А. Технологические процессы в машиностроении. Ульяновск: УлГУ, 2008. - 212 с.
2. Вильнав Ж.Ж. Клеевые соединения. Перевод с французского Л.В. Синегубовой. М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
3. Аралкін А.С., Грошко І.В., Аралкіна К.А. Обґрунтування раціональних параметрів спряженого свердла/ Аралкін Анатолій Сергійович, Грошко Ірина Вікторівна, Аралкіна Ксенія Анатоліївна// Міжнародна науково-технічна конференція «Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості». – Кривий Ріг, 25-28 травня, 2011. – С. 127-128.

Рукопис подано до редакції 25.03.12

УДК 622.62-752

М.С. НЕЧЕПУРЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
ДонГТУ «Донбасский государственный технический университет»

ПРИБЛИЖЕННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УПРУГИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЙ

Используя методы теории размерностей, в частности метод Рэлея, получена зависимость для определения величины момента развиваемого упругим преобразователем движений и построена номограмма для определения его параметров.

Проблема и ее связь с практическими задачами. В основе расчета принята идеализация структур упругого элемента и упругого преобразователя движений (УПД), в рамках которой производится математическая обработка экспериментальных данных.

Попытки представить отрезок каната эквивалентным стержнем, нагруженным силой или моментом с введением в полученные зависимости эмпирических коэффициентов привели к ограниченному результату [1,2]. Ограничения касались условий нагружения упругих элементов, и несмотря на то, что, например при расчете бурильного молотка дали определенные результаты, использовать полученные зависимости для создания ряда УПД не представляется возможным.

Для тонких стержней, первоначальное очертание оси которых не является прямой линией или окружностью, хорошие результаты, при определении зависимости момент-перемещение через параметры стержней, дают методы теории размерностей [3], в частности, метод Рэлея. Исследования проводились на специальном стенде, позволяющем производить нагружение упругих преобразователей движений с различными геометрическими параметрами с записью при помощи двухкоординатного самописца характерных диаграмм. Предварительные эксперименты показали, что момент M развиваемый УПД и угол поворота его опоры φ при осевой деформации зависят от рабочей длины отрезков каната l , их количестве n , диаметра d и радиуса закрепления отрезков каната R в опорах.

В качестве упругих элементов использовались отрезки стального каната двойной свивки диаметром $(3,3 \div 13,5) \cdot 10^{-3}$ м, длиной $(38 \div 90) \cdot 10^{-3}$ м. Радиус их закрепления в опорных площадках составлял $(18,5 \div 110) \cdot 10^{-3}$ м. При определении величины M запишем искомую функцию в виде степенной зависимости M

$$M = c \cdot n \cdot (E \cdot J)^\alpha \cdot l^\beta \cdot d^\gamma \cdot R^z, \quad (1)$$

где c - безразмерный коэффициент пропорциональности, подлежащий определению, α, β, γ, z - искомые показатели степени.

Размерности параметров, входящих в (1), выразим в системе M, L, T

$$M = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}, [l] = L, [d] = L, [R] = L, [E \cdot J] = M \cdot L^3 T^{-2}, \quad (2)$$

Подставив размерности (2) в выражение (1) получим

$$M \cdot L^2 \cdot T^{-2} = c \cdot n \cdot (M \cdot L^3 \cdot T^{-2})^\alpha \cdot L^\beta \cdot L^\gamma \cdot L^z, \quad (3)$$

Чтобы данное выражение было однородным относительно размерностей, должны выполняться следующие соотношения между показателями степени: