



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 107131

(13) U

(51) МПК

C23C 22/06 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 10995**

(22) Дата подання заявки: **10.11.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.05.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.05.2016, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):

**Рабер Лев Матвійович (UA),
Червінський Антон Євгенович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА
АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,
пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ-5, 49600
(UA)**

(54) СПОСІБ ПІДГОТОВКИ ВИСОКОМІЦНИХ БОЛТІВ ДЛЯ МОНТАЖУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

(57) Реферат:

Спосіб підготовки високоміцних болтів для монтажу металоконструкцій включає знежирення їхньої поверхні розчином технічного мийного засобу О-БІСБ концентрацією 1,5-4,0 мас. %, що містить кальциновану соду і неіоногенну ПАВ при 45-55 °С протягом 5-10 хвилин, перше сушіння обдувом повітря протягом 3-5 хвилин, подальше фосфатування поверхні протягом 30-60 хвилин інгібуючим складом, що містить (мас. %) ортофосфорну кислоту, азотнокислий натрій 0,2-0,3, порошок цинку 10,0-12,0, інгібітор НДА (нітрид дициклогексиламіну) 0,5-1,0, органічний пігмент геліоген зелений L8730 0,15-0,17, етиловий спирт 0,5-1,0, воду - решта, друге сушіння, комплектацію та упакування для транспортування та/або зберігання. Після першого сушіння визначають коефіцієнт закручування K' і в залежності від його величини обчислюють кількість ортофосфорної кислоти (ОФ, %) за формулою: $ОФ=100K'_3$, причому область існування цієї залежності знаходиться в межах $0,20 \leq K'_3 \leq 0,50$.

UA 107131 U

Корисна модель належить до галузі машинобудування і металобудівництва, а саме до підготовки високоміцних болтів, гайок та шайб (далі високоміцних болтів), що застосовуються при складанні зсувостійких (фрикційних) з'єднань великогабаритних конструкцій.

Для з'єднання елементів конструкцій застосовують високоміцні болти, гайки і шайби [ГОСТ 22353-77 - ГОСТ 22356-77; ГОСТ Р 52643-2006 - ГОСТ Р 52646-2006].

Високоміцні болти є болтами нормальної точності, їх ставлять в отвори більшого, ніж болт діаметра. Гайки затягують тарованим ключем, що дозволяє створювати і контролювати силу натягу болтів. Велика сила натягу болта щільно стягує елементи, що сполучаються і забезпечує монолітність з'єднання. При дії на таке з'єднання зсувних сил між елементами, що з'єднуються виникають сили тертя, що перешкоджають зсуву цих елементів щодо один одного. Таким чином, високоміцний болт, працюючи на осьовий розтяг, забезпечує передачу сил зсуву тертям між елементами, що сполучаються.

Задане технічною документацією зусилля натягу високоміцних болтів слід забезпечити закручуванням гайки з необхідним розрахунковим моментом (натяг за моментом закручування).

Розрахунковий момент закручування M_3 , необхідний для витягу болта, визначають за формулою [ДБН В. 2.6-163:2010 Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. П. 3.7.3.17, с 120-121]:

$$M_3 = K_3 P d, \quad (1)$$

де: K_3 - середнє значення коефіцієнта закручування, наведене для кожної партії болтів в сертифікаті підприємства-виробника або те, яке визначається при здійсненні робіт за допомогою контрольних приладів;

P - розрахункове зусилля натягу болта, що наведений у технічній документації;

d - номінальний діаметр болта.

Високоміцні болти перед установкою в конструкцію повинні бути очищені від бруду, консервуючого мастила і підготовлені так, щоб при натягу забезпечувалися значення коефіцієнтів закручування і виключалося забруднення контактних поверхонь. Гайка повинна вільно (від руки) накручуватися по різьбі болта.

Згідно з вимогами ГОСТ 22356-77 і ГОСТ Р 52644-2006 болти повинні мати коефіцієнт закручування не більше 0,20 і не менше 0,14.

Узагальнення досвіду підготовки високоміцних болтів до постановки в конструкції [Рабер Л. М, Соединения на высокопрочных болтах. Диагностика. Ремонт. Повышение надежности конструкций. Днепропетровск: Системные технологии, 2008. - 124 с.] свідчить про постійну увагу фахівців до цієї проблеми.

Як свідчать результати досліджень, при сухому терті в різьбовому з'єднанні виникають дуже високі коефіцієнти тертя і, як наслідок, високий коефіцієнт закручування. Консистентне мастило, нанесене на сухі, знежирені поверхні, не створює суцільної граничної плівки і хоча коефіцієнт тертя в різьбі знижується більш ніж у 2 рази, значення коефіцієнта закручування залишається ще високим.

Різка зниження даних показників спостерігається при нанесенні на заводі консервуючого мастила на гарячі (після термообробки) вироби. Ці результати не можна вважати стійкими, так як часто болти підлягають консервації не відразу після термообробки, а в холодному стані. Крім того, властивості мастила з часом змінюються: при зберіганні на приоб'єктному складі воно висихає, забруднюється абразивним пилом.

Додаткове нанесення на змащену при заводській консервації різьби графітного мастила типу НК-50, солідолу практично не впливає на коефіцієнт тертя. Значно знижує коефіцієнт тертя в різьбі і, як наслідок, коефіцієнт закручування сірчисто-молібденове мастило. Майже такий же ефект виходить при нанесенні на знежирену і нагріту приблизно до 100 °C поверхню тонкого шару мінерального мастила. Особливо низькі значення коефіцієнта тертя, що спостерігаються при нанесенні парафіну (нагріті болти і гайки занурюють в розплав).

При виборі ефективних сортів мастил для високоміцних болтів парафін був виключений через низьку температуру плавлення і зміни властивостей при мінусовій температурі. Сірчисто-молібденове мастило не отримало широкого застосування у зв'язку з високою вартістю і дефіцитністю.

Мінеральне мастило вільне від зазначених недоліків. Розроблений контейнерний спосіб її нанесення дозволяє за один прийом здійснити підготовку великої кількості болтів і гайок. При цьому їх очищення від заводського консервуючого мастила і різних забруднень здійснюється в наступному порядку. Розміщені у решітчастому коробі вироби занурюють у бак з киплячою водою. Після невеликої витримки контейнер разом з нагрітими до 70-80 °C виробами

перевантажується у бак з сумішшю неетильованого бензину з 10-15 % мінерального мастила типу "автол". В результаті на тертьових поверхнях залишається тонка суцільна плівка мастила (бензин з нагрітої поверхні випаровується), яка служить граничним шаром при терті. Випробування показали, що такий спосіб підготовки болтів забезпечує стабільне середнє значення коефіцієнта закручування $K_3=0,180$ (середньоквадратичне відхилення $\sigma_{\text{кв}}=0,0086$) і досить низький рівень дотичних напружень в стержні болта від скручування. Трудомісткість виконання цієї операції знижується в 2,5-3 рази.

Однак нанесене таким способом мастило недовговічне. Підготовлені болти повинні бути встановлені в конструкції і затягнуті до нормативного зусилля протягом 10 діб.

Наявність на різьбі болтів і гайок мінерального мастила ускладнює складання фрикційних з'єднань, оскільки мастило не повинне потрапляти на спеціально підготовлені дотичні поверхні елементів.

Крім того, метод вимагає підвищеної уваги до пожежної безпеки, оскільки мастило містить 85...90 % бензину.

Тим не менш такий спосіб регламентований і широко застосовується на монтажі сталевих конструкцій різного призначення [Рекомендации и нормативы по технологии постановки болтов в монтажных соединениях металлоконструкций. М.: ЦНИИПроектстальконструкция им. Мельникова, 1988, с. 23].

Точно такий спосіб змащування прийнятий при монтажі сталевих конструкцій мостів. Відмінність полягає в тому, що очищення високоміцних болтів від заводського консервуючого мастила виконують у лужному розчині при 80-90 °С [СТП 006-97. Устройство соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов. М.: Трансстройиздат, 1998, с. 13-15]. Проте ця відмінність не сприяє збільшенню довговічності мастила.

Найбільш близьким: за технічною суттю до пропонованого рішення (прототип) є "Способ подготовки высокопрочных метизов для монтажа крупногабаритных конструкций и ингибирующий состав для их обработки" [патент РФ №2354748, МПК С23С 22/17, опубл. 10.05.2009], в якому замість мастила металовиробів використовується їх фосфатування.

Спосіб включає знежирення поверхні металовиробів розчином технічного миючого засобу О-БИСМ концентрацією 1,5-4,0 мас. %, містить кальциновану соду і неіоногенне ПАР (поверхньо активні речовини) при температурі 45-55 °С протягом: 5-10 хвилин, перше сушіння обдувом повітря протягом 3-5 хвилин, подальше фосфатування поверхні металовиробів протягом 30-60 хвилин інгібуючим складом, що містить ортофосфорну кислоту, азотнокислий натрій, цинковий порошок, інгібітор НДА (нітрид дициклогексиламіну), органічний пігмент геліоген зелений L8730, етиловий спирт, воду, друге сушіння, комплектацію та упакування метизів для транспортування та/або зберігання. Інгібуючий склад містить такі компоненти, мас. %: ортофосфорну кислоту, азотнокислий натрій 0,2-0,3, порошок цинку 10,0-12,0, інгібітор НДА (нітрид дициклогексиламіну) 0,5-1,0, органічний пігмент геліоген зелений L8730 0,15-0,17, етиловий спирт 0,5-1,0, вода - решта. Спосіб дозволяє забезпечити тимчасовий антикорозійний захист високоміцних металевих виробів ще на етапі виготовлення, а також на період їх транспортування і зберігання протягом до одного року. При цьому вироби не потребують додаткової підготовки під час проведення монтажних робіт.

Перед відвантаженням на монтаж контролюють в заводських умовах коефіцієнт закручування.

У прототипі наведені різні випадки, які характеризують початковий стан болтів, які мають різні забруднення, корозію, а також ті, що повторно використовуються. Від оцінки вихідного стану залежить кількісний склад компонентів, переважно ортофосфорної кислоти.

У разі, якщо після остаточної підготовки болтів отримані значення коефіцієнтів закручування K_3 (див. формулу 1) не задовольняють регламентованим вимогам, тобто цикл підготовки, включаючи знежирення, повторюють. При цьому варіюють кількістю ортофосфорної кислоти методом "проб і помилок".

Недоліком прийнятої в прототипі методики є те, що вихідний стан болтів, в тому числі після їх знежирення і першого сушіння, визначають візуально, тобто суб'єктивно, а метод "проб і помилок" багатоопераційний.

Технічною задачею корисної моделі є розробка способу підготовки високоміцних болтів для монтажу металлоконструкцій, що забезпечує стабільне значення коефіцієнта закручування, що визначається після другого сушіння в залежності від стану поверхні металовиробів після першого сушіння.

Технічний результат досягається тим, що після першого сушіння визначають коефіцієнт закручування K'_3 . Потім в залежності від величини цього коефіцієнта обчислюють кількість ортофосфорної кислоти (ОФ, %) за формулою:

$$OF=100 \cdot K'_3;$$

При цьому область існування даної залежності знаходиться у межах: $0,20 \leq K'_3 \leq 0,50$.

Доцільність такого обмеження пояснюється тим, що після першого сушіння значення $K'_3 < 0,2$ не буває (квасисухе тертя). $K'_3 > 0,5$ зустрічаються в затягнутих до нормативних зусиль болтах, які тривалий час перебували в експлуатації. Як показали досліди, при таких зусиллях (питомих тисках) і тривалому нерухомому контакті на ділянках сполучення різьби болта і гайки утворюються містки холодного зварювання. При повороті гайки одночасно з руйнуванням цих містків деформуються поверхневі шари (пропахування). Такі болти і гайки не можуть бути повторно використані.

Зазначений технічний результат підтверджений спеціально проведеними дослідженнями. Як варійовані параметри приймали значення K'_3 після першого сушіння і кількість ортофосфорної кислоти в інгібуючому складі. Результати досліджень показані в таблиці.

Середнє значення K'_3 після першого сушіння (знежирення)	Кількість ортофосфорної кислоти, °F, %	$\frac{OF}{K'_3}$	Середнє значення K_3 після другого сушіння (кінцева підготовка)	Коефіцієнт варіації $v = \frac{\sigma_{KB}}{K_3} \cdot 100\%$
0,2	15	75	0,21	20
	20	100	0,17	8
	25	125	0,1	10
0,3	25	83	0,25	10
	30	100	0,18	7
	35	117	0,12	20
0,4	35	88	0,28	15
	40	100	0,2	8
	45	113	0,2	25
0,5	45	90	0,3	22
	50	100	0,2	10
	55	110	0,18	30

Як видно з наведеної таблиці, найкращий результат за величиною і стабільністю, тобто $0,07 \leq K_3 \leq 0,20$, а коефіцієнт варіації v знаходиться в межах 7-10 %, досягається, коли відношення кількості ортофосфорної кислоти (OF, %) до коефіцієнта закручування після першого сушіння K'_3 , тобто:

$$\frac{OF}{K'_3} = 100$$

В окремих випадках (3-я і 6-й рядки таблиці) K_3 знаходиться нижче регламентованого стандартом рівня (див. коментарі до формули 1). Для натягування таких болтів буде потрібно менший момент закручування (див. формулу 1). Це сприяє зниженню трудомісткості виконання з'єднань. Проте у динамічно навантажених конструкціях такі значення K_3 неприйнятні, оскільки при дії циклічних, вібраційних та інших динамічних навантажень натяг болтів може зменшитися

(легко закрутити, легко і відкрутити). Крім того, при $\frac{OF}{K'_3} = 100$ спостерігається надлишок ортофосфорної кислоти. У цьому випадку доводиться застосовувати промивання металовиробів водою від її залишків.

Необхідні для реалізації способу значення K'_3 , та K_3 можна визначити за методикою, рекомендованою ГОСТ 22356-77, ГОСТ Р 52643-2006 в лабораторних умовах. У виробничих умовах - способом згідно з патентом РФ на винахід [Пат. РФ №2148805. С1, МПК 7 G01L 5/24, опубл. 10.05.2000. Бюл. №13].

Кількість болтів, які підлягають випробуванню визначається прийнятою довірчою ймовірністю і довірчою оцінкою точності вимірювання K'_3 та K_3 .

Таким чином, запропонований спосіб підготовки високоміцних болтів дає можливість об'єктивно враховувати їх початковий стан. Це досягається тим, що замість візуальної оцінки, як рекомендовано прототипом, запропонована інструментальна оцінка. При цьому рекомендований в прототипі багатоопераційний метод "проб і помилок" в ході приготування складу замінений однією обчислювальною операцією з використанням простої залежності, область існування якої підтверджено практичним досвідом.

Ефект також полягає у підвищенні надійності металоконструкцій з фрикційними (зсувостійкими) з'єднаннями за рахунок підвищення однорідності контрольованих зусиль натягу високоміцних болтів.

5 Спосіб пройшов лабораторні та виробничі випробування в ході монтажу конструкцій різного призначення.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10 Спосіб підготовки високоміцних болтів для монтажу металоконструкцій, що включає знежирення їхньої поверхні розчином технічного миючого засобу О-БІСБ концентрацією 1,5-4,0 мас. %, що містить кальциновану соду і неіоногенну ПАВ при 45-55 °С протягом 5-10 хвилин, перше сушіння обдувом повітря протягом 3-5 хвилин, подальше фосфатування поверхні протягом 30-60 хвилин інгібуючим складом, що містить (мас. %) ортофосфорну кислоту, азотнокислий натрій 0,2-0,3, порошок цинку 10,0-12,0, інгібітор НДА (нітрид дициклогексиламіну) 0,5-1,0, органічний

15 пігмент геліоген зелений L8730 0,15-0,17, етиловий спирт 0,5-1,0, воду - решта, друге сушіння, комплектацію та упакування для транспортування та/або зберігання, який **відрізняється** тим, що після першого сушіння визначають коефіцієнт закручування K'_3 і в залежності від його величини обчислюють кількість ортофосфорної кислоти (ОФ, %) за формулою: $ОФ=100K'_3$, причому область існування цієї залежності знаходиться в межах $0,20 \leq K'_3 \leq 0,50$.

20

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601