

Список літератури

1. *Матченко Т.І.* Штучний інтелект для моделювання матеріалів із заданими властивостями // Вісн. НАУ. – 2002. – №4. – С. 166–174.
2. *Бернштейн Н.А.* На пути к биологической активности // Вопр. философии. – 1965. – №10. – С. 68.
3. *Петрусенко Л.А.* Принцип обратной связи. – М.: Мысль, 1967. – С. 130.
4. *Пушкин В.Г.* Кибернетические принципы самоорганизации. – Л., 1974. – 182 с.
5. *Украинцев Б.С.* Самоуправляющие системы и причинность. – М.: Мысль, 1972. – 254 с.

Стаття надійшла до редакції 31.10.02.

K441.211

УДК 621.891

соединение болтовое, резьбовое

соединение деталей машин
стабильность затягивания соединенных

Т.П. Бивойно, асп.

(Чернігівський державний технологічний університет)

В.Ф. Лабунець, канд. техн. наук, проф.

(Національний авіаційний університет)

І.Б. Дерек, асп.

(Національний авіаційний університет)

ЗБЕРЕЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЗАТЯГУВАННЯ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ У ПРИСУТНОСТІ ОРГАНІЧНИХ ПЛІВОК

Розглянуто напругу попереднього затягування нарізних з'єднань. Запропоновано практичні рекомендації для запобігання зниження моменту відгвинчування нарізних з'єднань без застосування стопорних елементів.

Проблеми поверхневої міцності і зносостійкості є центральними в забезпеченні надійності в машинобудуванні і, зокрема, у нарізних з'єднаннях.

Нарізні з'єднання використовують у багатьох машинах усіх типів. Поломка нарізних з'єднань (шпильок і болтів кріплення кришок атомних реакторів, великих хімічних посудин, авіаційних двигунів і т.д.) може призводити до тяжких наслідків. Тому головними критеріями розрахунку нарізних з'єднань при проектуванні машин є міцність, довговічність і надійність [1].

Джерело підвищення довговічності нарізних з'єднань – це стабільність затягування. Основними факторами, що регламентують зусилля затягування, є тертя в різі. Через недостатнє затягування можливі два випадки:

- порушення експлуатаційних властивостей сполучення (щільність стику, твердість та ін.);
- самовідгвинчування під час впливу вібрацій і змінних навантажень.

У випадку надмірного затягування відбувається заїдання в різі чи руйнування з'єднання [2].

Як основні матеріали для виготовлення деталей (болтів, гайок, гвинтів, шпильок) використовують вуглецеві і леговані сталі [3]. Для роботи нарізних з'єднань в екстремальних умовах, а саме при підвищених температурах, агресивних середовищах, деталі виготовляють зі спеціальних сталей і кольорових сплавів [2].

У машинобудуванні для забезпечення згвинчування та відгвинчування нарізних з'єднань, особливо для нарізних з'єднань, що працюють в умовах ударних чи вібраційних навантажень, широко застосовують мастила [4]. В умовах високих тисків, що з'являються між опорними поверхнями різі, головними матеріалами, які забезпечують мастильну здатність (зниження тертя і запобігання від задирки), є порошкоподібний графіт і луската мідь та кадмієві, цинкові, срібні покриття [5].

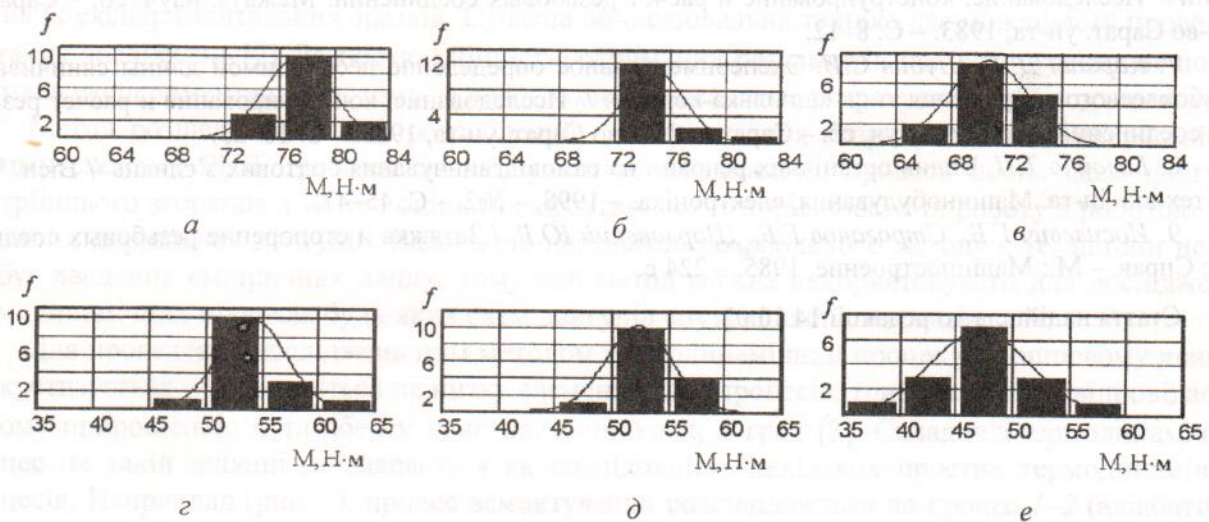
Утомні руйнування нарізних з'єднань зустрічаються досить часто і є результатом дії змінних навантажень. Величина і характер розподілу залишкових напруг визначаються геометричними параметрами різі, матеріалом, технологією виготовлення, умовами монтажу та експлуатації [6].

Для кількісної оцінки стійкості сполучення болт-гайка необхідно знання коефіцієнтів тертя, які залежать від матеріалу сполучення, технології виготовлення різі, виду покриття, змащення й умов роботи [7].

Збереження напруги попереднього затягування в процесі експлуатації є необхідною умовою надійності нарізних з'єднань [3]. Органічні речовини, що завжди присутні на поверхнях нарізних з'єднань, є ініціаторами механохімічних процесів, що сприяють самовідгвинчуванню нарізних з'єднань [8]. Для запобігання самовідгвинчуванню нарізних з'єднань застосовують різні способи стопоріння (шплінти, штифти, контргайки і т.п.) [9]. Однак застосування стопорних елементів у деяких випадках пов'язано з деякими труднощами, а іноді і просто неможливо. Для запобігання зниження моменту відгвинчування нарізних з'єднань без застосування стопорних елементів запропоновано такі рекомендації.

Під час затягування поверхневі шари витків різі деформуються й пошкоджуються. Органічні плівки зазнають механодеструкцію з утворенням летких. Вони проникають у мікропорожнини пошкоджень, утворюють мікромеханореактори і гетерогенні поверхні тертя. Поверхневі зони витків насичуються дислокаціями. Питомий об'єм металу поверхневих шарів витків зростає, формуючи складову в осьовій силі. У затягнутому стані осьова сила продовжує ініціювання механохімічних процесів у мікромеханореакторі, утворення активних продуктів крекінгу, відпочинок металу і зменшення питомого об'єму металу. Це призводить до зниження самогальмування між витками і створює передумови для самовідгвинчування гайки. Оскільки продукти крекінгу і вільних радикалів, що утворюються, є ініціаторами самовідгвинчування гайки, то до складу мастил можна вводити акцептори вільних радикалів та виводити продукти крекінгу з зони тертя.

На підставі цього були проведені експерименти за виміром моменту відгвинчування болтових з'єднань, різь яких була покрита органічною речовиною. Болтові з'єднання використовували двох типів: болт, гайка – сталь 45 і болт – сталь 45, гайка – титановий сплав ВТ-1, тип різі М12. Момент відгвинчування вимірювали універсальним динамометром УДМ-600. Криві розподілу моменту відгвинчування будували за 15 значеннями. Болтові з'єднання з органічною речовиною знаходилися в затягнутому стані протягом 24 год, після чого вимірювався момент відгвинчування. Результати експериментів з болтовими з'єднаннями болт, гайка–сталь 45 показано на рисунку (а, б, в).



Гістограма моменту відгвинчування болтових з'єднань болт, гайка – сталь 45 (а, б, в) та болт – сталь 45, гайка – титановий сплав ВТ-1 (z, d, e) з різними мастилами на різі: а, z – без мастила; б, d – індустріальне мастило; в, e – розчин натурального каучуку в толуолі

Середнє значення моменту відгвинчування з'єднань, змащених індустріальним мастилом, на 2% нижче моменту відгвинчування з'єднань без мастила відносно моменту затягування. Середнє значення моменту відгвинчування з'єднання, змащеного розчином натурального каучуку в толуолі, на 7% менше моменту відгвинчування з'єднань без мастила. Структура натурального каучуку має лінійну будівлю, макромолекули значно довші молекул індустріального мастила,

отже, мають можливість генерувати великі щільності вільних радикалів, сприяючи зниженню пластичності металу.

Результати експериментів із болтовими з'єднаннями болт – сталь 45, гайка – титановий сплав BT-1 показано на рисунку (з, д, е). Титан, який є хімічно активним металом, поглинає великий обсяг продуктів механокрекінгу, знижуючи кількість вільних радикалів, які проникають у мікропорожнини поверхневого шару сталевого болта. Середнє значення моменту відгвинчування з'єднання, змащеного розчином натурального каучуку в толуолі, на 3% нижче середнього значення моменту відгвинчування з'єднання без мастила. Середнє значення моменту відгвинчування з'єднань, змащених індустріальним мастилом, практично не відрізняється від значення моменту відгвинчування з'єднання без мастила.

Отже, для запобігання шкідливого впливу продуктів крекінгу органічних речовин необхідно передбачати заходи для зниження щільності вільних радикалів, які генеруються органічною речовиною. Це може бути досягнуто введенням у мастила інгібіторів, що будуть вступати в реакцію з вільними радикалами, зменшуючи їхню кількість, застосуванням мастил, більш стійких до механодеструкції, виготовленням болтів і гайок з матеріалів, здатних поглинати вільні радикали, нанесенням захисних покриттів.

Список літератури

1. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.
2. Трение, изнашивание и смазка: Справ. Кн. 2 / Под ред. И.В. Крагельского, В.В. Аликина. – М.: Машиностроение, 1979. – 358 с.
3. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые соединения. – М.: Машиностроение, 1973. – 256 с.
4. Гольдаде В.А., Неверов А.С., Пинчук Л.С. Низкомодульные композиционные материалы на основе термопластов / Под ред. А.И. Свириденка. – М.: Наука и техника, 1984. – 231 с.
5. Справочное руководство по нефтепромысловым трубам / И.Ф. Пивоваров, А.Е. Сароян, Н.Д. Щербюк и др. – М.: Недра, 1967. – 596 с.
6. Иванов С.И., Фрейдин Э.И. Остаточные напряжения и усталостная прочность резьбовых соединений // Исследование, конструирование и расчет резьбовых соединений: Межвуз. науч. сб. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1983. – С. 8–12.
7. Каршин Д.В., Шубин С.И. Экспериментальное определение необходимой длины свинчивания резьбоклеевого сопряжения типа «шпилька-корпус» // Исследование, конструирование и расчет резьбовых соединений: Межвуз. науч. сб. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1983. – С. 16–23.
8. Бивойно Т.П. Вплив органічних речовин на самовідгвинчування болтових з'єднань // Вісн. Черніг. технол. ін-та. Машинобудування, електроніка. – 1998. – №2. – С. 45–47.
9. Иосилевич Г.Б., Строганов Г.Б., Шарловский Ю.В. / Затяжка и стопорение резьбовых соединений: Справ. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.

Стаття надійшла до редакції 14.10.02.