

Таким образом, программное обеспечение системы регулирования позволяет проводить надежную эксплуатацию гидротурбины, тем самым увеличит срок ее службы.

Список литературы

1. Черкашенко М. В. и др. «Позиционные гидропневмоагрегаты (монография)» / Под ред. Савельева К.В.- Х.: НТУ «ХПИ». – 2015 - 115с.
2. Позиционные гидропневмоагрегаты / М. В. Черкашенко, Т. С. Салыга, А. Н. Фатеев, Н. Н. Фатеева, Л. Р. Радченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 4–8. – Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.3.013.22

Барилюк Є.І. к.т.н.

Національний авіаційний університет, м. Київ, України

ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ В ВУЗЛАХ МАЛОГАБАРИТНИХ ПНЕВМАТИЧНИХ КЛАПАНІВ З ДВОПОЗИЦІЙНИМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПРИВОДОМ

Анотація. Малогабаритні пневматичні клапани з двопозиційним поляризованим електромагнітним приводом в результаті високої швидкодії в процесі функціонування багаторазово піддаються дії інтенсивних ударних навантажень. Це призводить до того, що в зоні контактування деталі клапана зазнають динамічних навантажень великої інтенсивності, унаслідок яких в матеріалі деталей виникають значні динамічні напруження

Ключові слова: пневматичні клапани, електромагнітний привод, морфологічні особливості

Малогабаритні пневматичні клапани з двопозиційним поляризованим електромагнітним приводом (далі ЕМК) знайшли широке використання в мобільних машинах та в авіакосмічній техніці (АКТ) завдяки низькому рівні енергії, необхідній для забезпечення їх тривалої експлуатації. Такі клапани використовуються в системах орієнтації і стабілізації космічних літальних апаратів, в системах керування двигунів малої тяги, інших системах АКТ та мобільних машин.

В результаті високої швидкодії в процесі функціонування клапанів цього типу частина їх елементів багаторазово піддається дії інтенсивних ударних навантажень. Це призводить до того, що в зоні контактування деталі клапана зазнають динамічних навантажень великої інтенсивності, унаслідок яких в матеріалі деталей виникають значні динамічні напруження.

За результатами проведених спеціальних ресурсних випробувань виявлено основні зміни технічного стану ЕМК даного типу в процесу виробітку ресурсу. Показано, що зміна технічного стану деталей клапану під дією експлуатаційних навантажень відбувається унаслідок двох деградаційних процесів: ударно-утомного руйнування і ударно-абразивного зношування.

Встановлено, що «слабою» ланкою ЕМК даного типу, що лімітує їх ресурс, є вузол з'єднання повзуна зі штоком, елементи якого зазнають значним динамічних навантажень. Величина навантаження і швидкість її прикладання, тобто енергія співудару, визначають об'єм накопичуваних тілом пружно-пластичних деформацій і властивості утвореної структури. Частина цього об'єму, активованого деформацією, зазнає фізико-хімічного перетворення. З наробітком має місце суттєва формозміна головки штока, зменшується підйом клапана над сідлом і при певному наробітку має місце повна відмова клапана унаслідок руйнування шийки штока. Процесу руйнування шийки штока передують комплекс деградаційних процесів, що відбуваються в конструктивному матеріалі штока під час відпрацювання ресурсу: утворення і нагромадження мікродефектів, злиття мікропор у мікротріщини, зсувна деформація, утворення магістральних тріщин або макропорожнин.

Встановлено, що для клапанів даного типу в процесі виробітку ресурсу має місце певне зменшення напруги $U_{\text{відкр}}$ і часу $\tau_{\text{відкр}}$ відкриття клапану, певне збільшення напруги $U_{\text{закр}}$ і часу $t_{\text{закр}}$ закриття і суттєве зменшення ходу $x_{\text{зол}}$ золотника клапана за рахунок зміни положення повзуна відносно шайби і штока унаслідок виробітку кільцевої канавки на торцевій поверхні повзуна та пластичної деформації деталей клапана (в першу чергу шийки штока). При зменшенні величину $x_{\text{зол}}$ до критичної (0,1 мм) має місце відмова клапана внаслідок його не відкриття.

Виявлені морфологічні особливості поверхонь контакту на дослідних зразках деталей клапана свідчать про те, що процес зношування відбувається шляхом розвитку двох механізмів; ударно-утомного та ударно-абразивного, причому обидва механізми розвиваються одночасно.

На першій стадії імпульсного динамічного навантаження відбувається згладжування шорсткості, поверхневий наклеп і зміцнювання поверхні та підповерхневих ділянок металу. Потім розпочинається руйнування хімікелевого покриття, частинки якого при викришуванні виконують роль абразиву та проникають в поверхню зношування.

Таке проникнення створює виключно сприятливі умови для зароджування в металі крихких тріщин, які легко поєднуються з іншими таким ж тріщинами, утвореними при проникненні сусідніх зерен абразиву. В результаті ударно-втомно-абразивного зношення створюються продукти зносу.

Вивчення характеру руйнування штока показало, що процес руйнування попереджала значна пластична деформація та формозміни головки штока. Дослідження поверхні злому виявило його чітку макроскопічну неоднорідність, а саме: наявність зон, відповідних поступовому розвитку тріщини і, так званому, «миттєвому» долому. На поверхні злому спостерігався хвилеподібний рельєф, який, як правило, утворюється під дією дотичних напружень при розплюшуванні по площинах ковзання, підготовлених попередньою деформацією, а розмір зони відповідає області локальної деформації у вершинах тріщини, створеної при навантаженні перед зрушенням тріщини. Неоднорідність будови злому визначається також тим, що процес руйнування в загальному випадку має дискретний, «стрибокподібний» характер, причому початок кожного послідуєчого «стрибка» в деякій мірі повторює попередній. В результаті ударного впливу в поверхневому шарі повзуна та нижнього стопа виникли структурні зміни, які поширювались на глибину до 300 мкм і визначались змінами мікротвердості.

Поверхневі шари в процесі ударного зношування зазнавали значної пластичної деформації, що призводило до наклепу і підвищенню мікротвердості. Найбільша мікротвердість спостерігалась поблизу поверхневого шару, потім на глибині 50 ÷ 70 мкм вона різко знижувалась і навіть залишилась практично постійною для даної структури. Зміцнювання поверхневих шарів склало приблизно 25 ÷ 30%.

На основі проведених досліджень розроблено практичні рекомендації щодо підвищення експлуатаційної надійності та ресурсу малогабаритних ЕМК з поляризованими двопозиційними електромагнітними приводами.

Список літератури

6. Ситніков О. Є. Прогнозування технічного стану клапанів з електромагнітним приводом на етапі проектування: дис. канд. тех. наук : 05.02.03. – Київ. – 2007. – 204 с.
7. Ooi K. T. A Simple Valve Model to Study the Performance of a Small Compressor [Електронний ресурс] / К. Т. Ooi, G. B. Chai, E. C. Kwek // International Compressor Engineering Conference. Paper 803. – 1992. – pp.146-157 <http://docs.lib.purdue.edu/iccec/803>.
8. Зайончковський Г.Й. Прогнозування ресурсу малогабаритних пневматичних клапанів з двопозиційним поляризованим електромагнітним приводом / Г.Й. Зайончковський, Є.І. Барилко, Я.Б. Федоричко // Проблеми тертя та зношування. – 2015. – № 4. – С. 63 - 74.