

Васильченко Д.О. аспірант спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології
Науковий керівник: Расцветаєв В.О., к.т.н., доцент кафедри нафтогазової інженерії та буріння

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ТРУДНОЩІ ПУСКУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ «ПАВЛОГРАД» ДНІПРОВСЬКЕ ЛВУМГ ТОВ «ОПЕРАТОР ГТС УКРАЇНИ»

Прямий пуск високовольтного електродвигуна газоперекачувального агрегату (ГПА) супроводжується 6 – 8 кратним пусковим струмом, що призводить до виникнення ударного електромагнітного моменту. Цей момент передається через вал двигуна і ініціює рух механізму. Протягом перших 1,5 – 2,0 секунд момент включає в себе як постійну, так і вимушену складову у вигляді знакозмінного моменту з амплітудою, що досягає 4 номінальних значень моменту електродвигуна. Знакозмінний момент викликає вібрації як самого електродвигуна, так і механізму, що приводиться в рух. Виникаючі значні знакозмінні електродинамічні зусилля в обмотці статора спричиняють зміщення провідників, що, у свою чергу, призводить до руйнування та пробією ізоляції обмоток статора, пошкодження з'єднань між котушками, перегорання вивідних кінців, полумок валів, з'єднувальних муфт, редукторів та інших елементів конструкції. Це порушує ритмічність виробничих процесів, знижує випуск готової продукції та веде до значних витрат на ремонт обладнання, що вийшло з ладу [1].

Основна частка відмов ГПА припадає на підшипникові вузли та ущільнення. Значна кількість відмов (від 24% до 48%) стосується механічної частини та мастильної системи ГПА, зокрема через дефекти опорних вузлів, редукторів і насосів, які омиваються мастилом [1]. Найбільш характерними пошкодженнями підшипників є утворення рисок, натирань, подряпин, тріщин, викришування, розплавлення та виплавка бабіту. Риски й подряпини на поверхні вкладиша можуть виникати через несумісність матеріалів, надмірне навантаження або недостатнє змащення. Це пошкодження часто є наслідком дії великих механічних навантажень або вібрацій, що призводять до пошкодження поверхонь контактуючих елементів. Натирання та подряпини на поверхнях підшипників можуть погіршувати гідродинамічні характеристики мастила, що в свою чергу, призводить до підвищеного тертя та нагрівання. Тріщини і викришування є більш серйозними пошкодженнями, які зазвичай виникають через повторні цикли навантаження або втомне руйнування матеріалу. Виникнення тріщин може призвести до подальшого розширення пошкоджень і, зрештою, до руйнування елементів підшипника, що істотно погіршує експлуатаційні характеристики агрегату. Викришування, яке є результатом механічного зношування, може призвести до втрати частини робочої поверхні підшипника, що також сприяє погіршенню його роботи.

Розплавлення та виплавка бабіту, матеріалу, з якого часто виготовляються підшипникові вкладиші, є одними з найбільш серйозних пошкоджень. Ці дефекти виникають у разі перегріву підшипника або надмірного тертя, що призводить до того, що бабіт втрачає свої фізичні властивості, стає м'яким і втрачає здатність ефективно знижувати тертя. В результаті цього, частини бабіту можуть відпадати, що спричиняє додаткове пошкодження підшипника і механічних елементів агрегату.

Відколені частини матеріалу можуть потрапляти в зазор між елементами підшипника або в мастильну систему, що порушує нормальну циркуляцію мастила та сприяє утворенню додаткових забруднень. Це призводить до дестабілізації роботи підшипникової системи, а також може спричинити забруднення інших компонентів механізму. Такі забруднення можуть вкрай негативно вплинути на функціонування всієї

механічної системи ГПА, знижуючи ефективність роботи та швидко виводячи агрегат з ладу. У підшипнику, в якому стався пошкодження вкладиша, не утворюється нормальний шар мастила, оскільки пошкодження поверхні призводить до того, що мастило не може рівномірно розподілятися між контактуючими поверхнями. Це порушує основний принцип роботи підшипників – підтримку шару мастила між рухомими частинами. У результаті, шийка валу без належного мастила може потрапити в прямий контакт з вкладишем, що призводить до ще більшого зношування та перегріву. Без належної змазки контакт метал-метал викликає підвищене тертя, що спричиняє подальше руйнування елементів підшипника, а також перегрів і в кінцевому підсумку може призвести до повної його відмови.

Несправності підшипників можуть бути виявлені за допомогою різних методів технічної діагностики, серед яких найпоширенішими є вібродіагностика, візуальний контроль, ультразвукові методи, а також методи термографії та аналізу масла. Вібродіагностика є одним із найбільш ефективних способів виявлення дефектів підшипників, оскільки вона дозволяє визначити характер вібрацій, що виникають через несиметричне обертання валів або через пошкодження вкладишів підшипників. Цей метод може виявити зміни в частотних характеристиках вібрацій, які свідчать про наявність дефектів. Візуальний контроль, у свою чергу, дозволяє виявити зовнішні пошкодження, такі як тріщини, зношення чи забруднення, що може бути ознакою несправностей. Ультразвукові методи дозволяють детектувати дефекти в матеріалах за допомогою звукових хвиль високої частоти, що дозволяє виявити тріщини, зношування та інші внутрішні дефекти в підшипниках. Методи термографії, що базуються на аналізі теплових полів, використовуються для виявлення аномалій у температурних режимах підшипників, що можуть бути пов'язані з підвищеним тертям або зношуванням. Аналіз масла також є важливим методом, оскільки наявність металевих часток у мастилі може свідчити про процеси зношування або руйнування компонентів підшипників.

Оскільки відмови механічної частини ГПА, зокрема підшипників, часто не піддаються ремонту та вимагають проведення дорогих ремонтних робіт, виникає необхідність у розробці ефективних стратегій для підвищення надійності цих компонентів. Відсутність своєчасного виявлення дефектів може призвести до серйозних наслідків, таких як значні пошкодження вала, редукторів, з'єднувальних муфт та інших частин агрегату, що значно збільшує витрати на ремонт та простій обладнання. У зв'язку з цим, розв'язання проблеми підвищення надійності механічної частини є важливим аспектом для забезпечення загальної експлуатаційної надійності ГПА, зокрема в умовах інтенсивного використання та підвищених навантажень. Для цього необхідно впроваджувати прогресивні методи діагностики, прогнозування зношування та своєчасного обслуговування, що дозволяє мінімізувати ризик відмов і забезпечити стабільну та ефективну роботу обладнання.

Незважаючи на постійний розвиток технологій та науково-технічний прогрес, для забезпечення надійної роботи компресорних станцій, зокрема в рамках спорудження магістральних газопроводів, необхідна постійна модернізація відповідних технологічних процесів.

Список використаних джерел:

1. Васильченко Д.О., Расцветаєв В.О. Проблема пуску і роботи газоперекачувального агрегату компресорної станції «Павлоград» Запорізького ЛВУМГ // «Наукова весна» 2024: матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 27–29 березня 2024 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. С. 7-8.