

ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ГПА – ОСНОВА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ГАЗОПОСТАЧАННЯ

М.Д.Степ'юк,¹ Л.Т.Гораль²

¹УМГ «Прикарпаттрансгаз», 76000, м.Івано-Франківськ вул. Незалежності, 48

²ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 40534
e-mail: Lili an a g @ u a . f m

Система газоснабження состоит из множества подсистем, от уровня надёжности которых зависит бесперебойность поставки потребителям газа необходимого качества. Необходим единый подход к решению задач исследования надёжности этих подсистем. Предлагаются методы исследования и прогнозирования надёжности ГПА компрессорных станций, как одного из основных элементов системы.

The gas-supply system consists of many subsystems, the reliability of which determines trouble-free providing the consumers with gas of appropriate quality. The unique approach to the analysis of these subsystems' reliability is necessary. Ways of exploring and forecasting reliability of gas turbine for compressor of the compressor stations as one of the system's main elements are proposed.

Надійність – це властивість об'єкта чи системи виконувати задані функції у встановлених межах за даних умов експлуатації [1]. Мірою надійності слугують різні показники, що кількісно характеризують одну або декілька властивостей, визначаючи ступінь виконання поставлених цілей. При цьому основними властивостями, тісно пов'язаними з надійністю системи, є безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність (приспосованість до виконання ремонтів і технічного обслуговування), збереженість (властивість системи безперервно зберігати значення встановлених показників якості в заданих межах під час зберігання й транспортування).

Основною функцією, що визначає надійність системи газопостачання є безперебійність постачання споживачам газу потрібної якості. Вирішуючи завдання аналізу і оптимізації надійності, систему газопостачання і її підсистеми можна розглядати як однопродуктові об'єкти, оскільки газ тут складає основну частку відносно інших видів продукції газової промисловості.

Для систем газопостачання, за аналогією з [2], можна прийняти класифікацію завдань в області дослідження надійності, що складаються з п'яти основних класів, а саме: концептуальних, інформаційних, функціональних, нормативних та оптимізаційних.

Концептуальні завдання включають визначення місця проблеми надійності в загальній проблемі керування розвитком і режимом газопостачальних систем, у тому числі під час створення автоматизованої системи планування і керування розвитком єдиної системи газопостачання та її об'єктів. Це пов'язано з тим, що завдання дослідження надійності повинні органічно входити в комплекс завдань керування розвитком і режимами систем газопостачання на різних територіальних і часових рівнях. Сюди ж входять питання обґрунтування значеннєвих і математичних формулювань відповідних

завдань на основі прийнятої концепції й структури обчислювальних алгоритмів.

Інформаційні завдання включають питання створення достовірної бази даних, методології одержання необхідної вихідної інформації (детермінованої, ймовірносно-визначеної і ймовірносно-невизначеної), дослідження її властивостей.

Ці завдання охоплюють питання збору й обробки статистичних даних про масові випадкові події та випадкові процеси, що впливають на елементи систем газопостачання, а також завдання прогнозування характеру появи цих подій і процесів у майбутньому.

Основне значення з необхідної для аналізу вихідної інформації мають дані про надійність і продуктивність устаткування компресорних станцій (особливо ГПА), технологічних апаратів і установок, запірної і регулюючої апаратури, систем автоматики й керування. Не менше значення мають дані, що характеризують роботу системи розподілу і споживання газу, тобто дані про фактичну надійність газопостачання споживачів, про збитки від зниження надійності газопостачання, про рівні й витрати засобів компенсації недостачі газу споживачам (в основному стосується буферних споживачів).

Функціональні завдання пов'язані з визначенням фактично досягнутих рівнів надійності транспортування газу, а також відповідних структурних характеристик системи, даних про перерозподіл потоків газу, про фактичні резерви продуктивності і їх розподіл, характеристики надійності устаткування, про нерівномірність газоспоживання (особливо сезонної).

Нормативні завдання включають вибір показників і критеріїв надійності, які використовуються для різних об'єктів у різні часові періоди, а також визначення їх нормативних рівнів. До цих завдань належить і розроблення нормативних вимог щодо структури й побудови системи та засобів резервування, надійності устат-

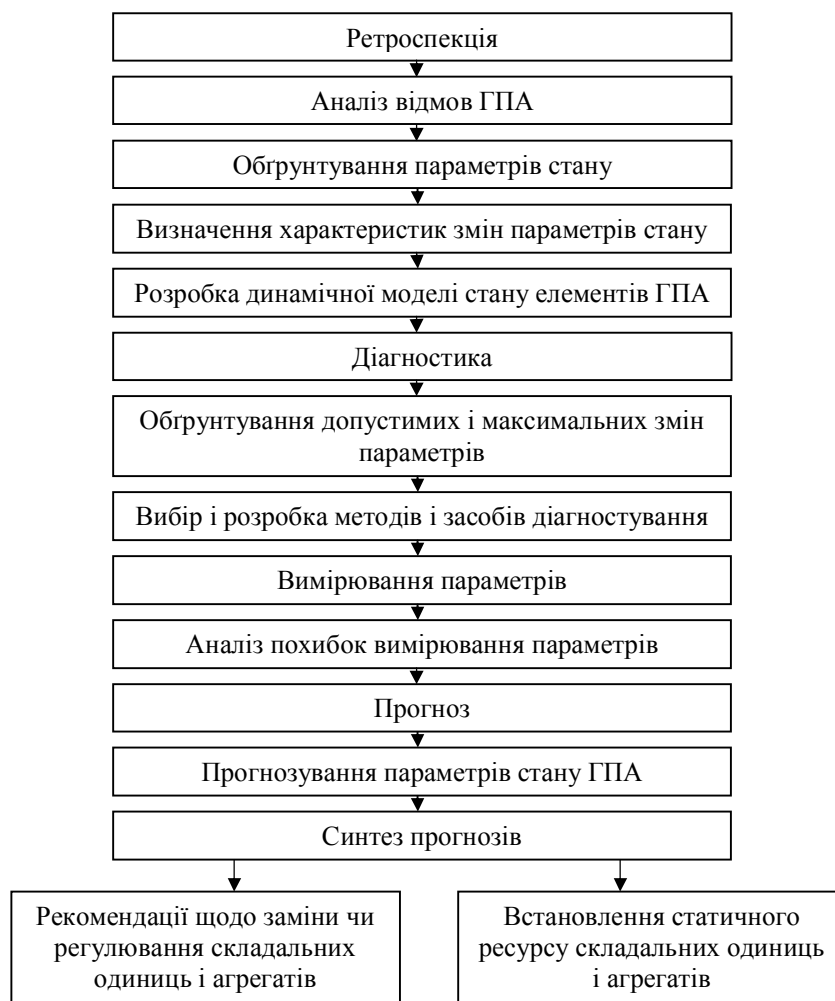


Рисунок 1 – Етапи і завдання прогнозування ГПА

ковання, надійності транспортування газу до споживачів.

Оптимізаційні завдання пов'язані з вибором оптимальних рівнів надійності й резервів, оптимальної структури й будови системи з урахуванням чинників надійності та економічної ефективності, оптимальним розподілом резервів між підсистемами і об'єктами систем транспортування газу та інших питань прийняття оптимальних рішень, пов'язаними з чинниками надійності.

Надійність роботи системи газопостачання, її підсистем й об'єктів залежить від багатьох чинників, серед яких можна виділити такі:

- рівень надійності елементів устаткування, що входять до системи;
- рівень експлуатації й керування системою;
- склад вхідних у систему елементів і структура зв'язків між ними;
- обсяг і структура резервування.

Надійність і технологічні характеристики елементів цих систем (середній час міжремонтного напрацювання, середній час аварійних і планових ремонтів і час очікування ремонтів, продуктивність елементів) багато в чому залежать від якості устаткування й рівня експлуатації систем.

Значення цих параметрів обмежуються досягнутим рівнем науково-технічного прогресу й економічною доцільністю додаткових витрат на вдосконалювання техніки й технології виробництва.

За досягнутого рівня надійності устаткування й рівня експлуатації, автоматизації й керування системою основними визначальними чинниками є:

- будова самої системи,
- структура й обсяг резервів.

Зазначені чинники можуть змінюватися як за рахунок більш раціонального використання й розподілу витрат на створення і розвиток системи, а також витрат на засоби резервування, так і за рахунок збільшення цих витрат. Тому проблема надійності – проблема техніко-економічна.

Для вирішення завдань аналізу й оптимізації надійності, особливо на проектних рівнях і для більшості територіальних систем, однією з найбільш серйозних проблем є проблема вихідної інформації.

Використовувані для вирішення різних завдань надійності математичні методи і моделі повинні враховувати як можливість одержання (наявність) тієї чи іншої інформації, так і ступінь її вірогідності [3]. При менш точній вихід-

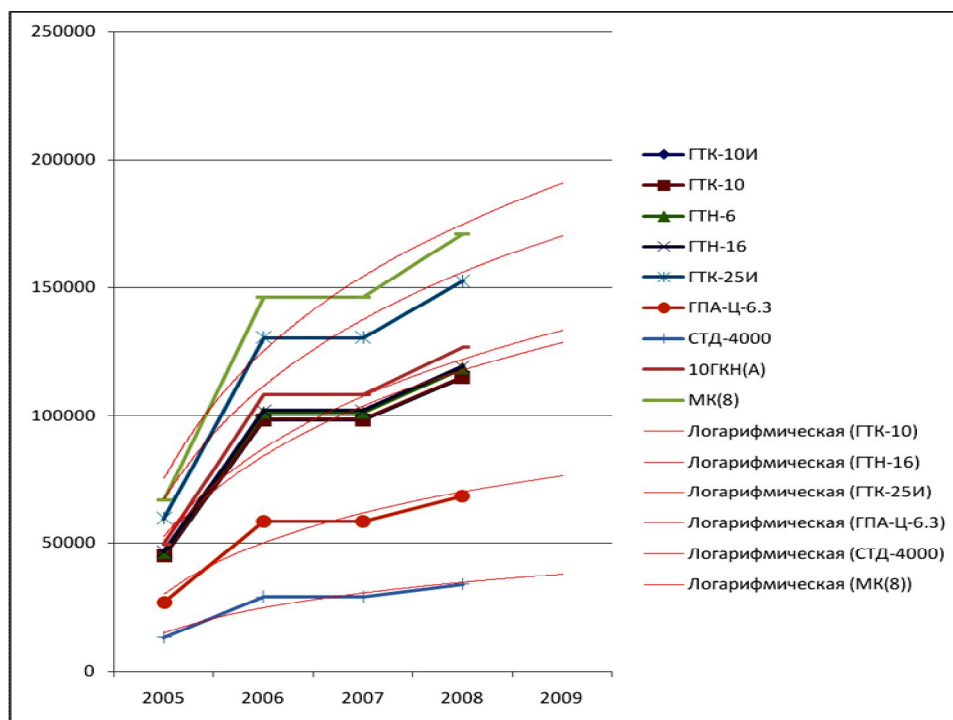


Рисунок 2 – Прогнозування витрат на середні ремонтні роботи агрегатів

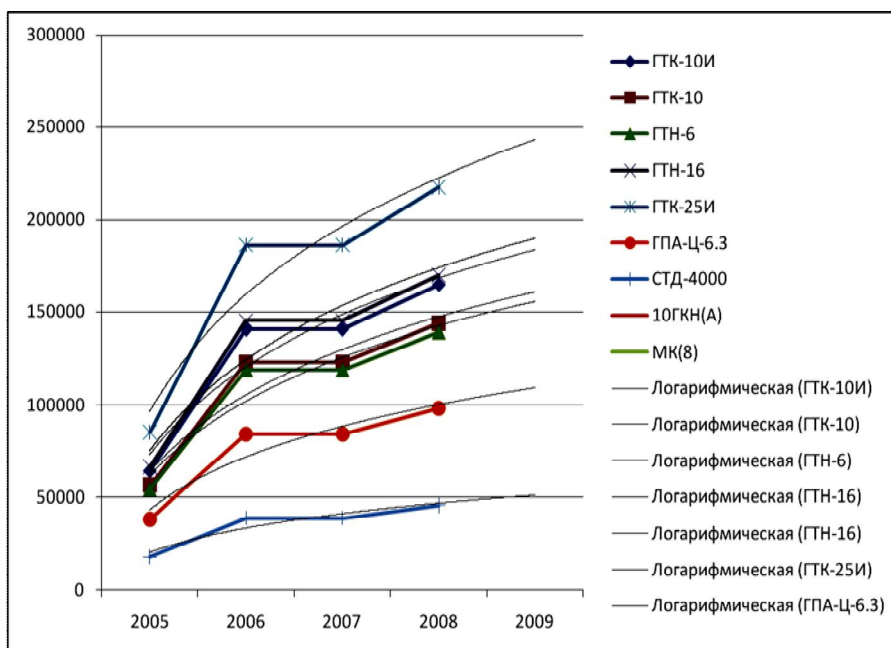


Рисунок 3 – Прогнозування витрат на капітальні ремонтні роботи агрегатів

ній інформації менш точною може бути й математична модель системи.

На даний час широке розповсюдження отримало прогнозування. Розрахунок будь-яких показників, що характеризують стан об'єкта в майбутньому, ґрунтується на елементах прогнозу. Їх використовують майже у всіх галузях науки, техніки, технології. Головне завдання прогнозування – виявлення зміни прогнозуючих характеристик і параметрів з метою отримання максимального ефекту за заздалегідь вибраним критерієм (економічним, технічним, технологічним тощо). При цьому прогноз ви-

ступає як результат прогнозування у вигляді сукупності про майбутнє досліджуваного процесу [4].

Основною метою в завданнях прогнозування стає вибір таких проектних варіантів розвитку системи, які забезпечували б задану потребу в газі на планований період при оптимальних (чи нормативних) рівнях надійності.

У зв'язку з цим можна виділити такі основні завдання надійності, пов'язані із прогнозуванням функціонування систем і об'єктів транспортування газу:

- 1) вибір оптимальної структури, побудови і складу системи із врахуванням чинників надійності;
- 2) визначення оптимальних рівнів резервування і розподілу резервів у системі;
- 3) розроблення структури і вибір засобів керування об'єктами в умовах відмов устаткування;
- 4) визначення оптимальних обсягів, структури та організації системи ремонтно-профілактичного обслуговування об'єктів;
- 5) обґрунтування показників надійності системи.

Перспекція, діагностика і прогноз - три етапи повного циклу прогнозування. Перший етап полягає в дослідженні прогнозованого процесу у минулому, виявленні і уточненні характеристик і структурних параметрів процесу з його аналізом і розчленуванням, встановлення характеру зміни цих показників. За результатами цього циклу розробляють динамічну модель процесу, що вивчається.

На етапі діагностування встановлюють початкові і допустимі характеристики параметрів, вимірюють їх і вибирають методи прогнозування. На третьому етапі здійснюють прогноз.

Схема процесу прогнозування технічного стану газоперекачуючих агрегатів (ГПА) компресорних станцій (КС) зображена на рисунку 1.

Прогноз повинен ґрунтуватися на обліку реального процесу зміни технічного стану елементів ГПА з виявленням впливу комплексу чинників, в першу чергу, керуючих, прогнозуючих. Ними слугують технічні вимоги на ремонт і обслуговування та періодичність контролю (діагностування) технічного стану агрегатів.

Процес зміни стану можна розглядати як зміну параметрів стану без зміни якості елементів, із зміною їх якості та із зміною якості машин.

Перший випадок характеризує нормальну роботу елементів в діапазоні від початкового до граничного стану, другий – відмову, досягнення граничного стану, втрату працездатності елементів; третій – втрату працездатності ашин (агрегата), її перехід в об'єкт ремонту (відновлення) або списання. Ці три процеси діалектично пов'язані між собою. Зміна меж початкового і граничного стану елементів впливає на частоту відмов, уповільнює або прискорює перехід машини в об'єкт ремонту або списання. У свою чергу, другий і третій процеси можуть впливати на швидкість зміни першого.

Облік і прогноз технічного стану можна здійснювати в такій послідовності:

- процеси зміни параметрів стану і відмови елементів,
- ремонт (списання) ГПА,
- визначення вартісних характеристик відмови і ремонту,
- видавання прогнозуючих показників, в тому числі показників надійності ГПА.

В першу чергу, слід оперувати функціями зміни параметрів стану елементів і на цій

основі знаходити зв'язок між функціями і вірогідністю відмов елементів і агрегатів.

Аналізуючи вартісні характеристики відмов і ремонтів, нами зібрано статистичні дані щодо технічного стану всіх типів ГПА УМГ «Прикарпаттрансгаз», їх рівня напруження, причин відмов та витрат на ремонтні роботи, величина яких залежить від конструктивних особливостей агрегатів, умов їх експлуатації, складності конструкції, типу привода та інших характеристик. Маючи дані достатнього рівня інформативності, проведено прогнозування вартості ремонтів (середніх і капітальних) (див. рис.2 та рис.3) на майбутні періоди та їх вплив на показники надійності.

Шляхом математичного моделювання визначено, що загальна вартість ремонтних робіт має тенденцію до зростання. За 5 років її темп приросту склав 90,2%. Це пояснюється зростанням вартості використаних запасних частин на 170%. Незважаючи на зростання кошторисної вартості ремонтних робіт, вартість ремонту окремого ГПА значно знижується. У порівнянні із 2003 роком вартість ремонту ГПА знизилась на 65%, що пояснюється організацією праці і робіт: зменшенням трудозатрат, зниженням непродуктивних витрат часу, ефективною організацією постачання, характером ушкоджень.

В УМГ «Прикарпаттрансгаз» діагностування ГПА різних типів проводиться з заданою періодичністю за допомогою технічних вимог на ремонт і обслуговування, що дає змогу управляти станом та надійністю агрегатів. Ці вимоги є сукупністю початкових і допустимих значень параметрів стану (зношування деталей, яке допускається), що обумовлюють нормальну роботу елементів машин. Тому вивчення процесу зміни параметрів стану без зміни якості елементів і управління ним є головним і вирішальним моментом у створенні прогнозу з оптимізацією показників експлуатації ГПА.

Література

- 1 Надёжность систем энергетики и их обслуживания: Справочник в 4-х т. Т.3. Надёжность систем газо- и нефтеснабжения Кн.1 / Под ред. Сухарева М.Г. – М.: Недра, 1994. – 587 с.
- 2 Руденко Ю.Н., Чельцов Б.Н. Надёжность и резервирование в электроэнергетических системах. – Новосибирск: Наука, 1974. – 315 с.
- 3 Терентьев А.М. Надёжность газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом. – М.: Недра, 1979. – 334 с.
- 4 Вольский Э.Л., Гарляускас А.И., Герчиков С.В. Надёжность и оптимальное резервирование газовых промыслов и магистральных газопроводов. – М.: Недра, 1980. – 290 с.
- 5 Думинець О.С. Прогнозування витрат підприємства. // Фінанси України. – 1999. – № 2. – С.111.