

УДК 622.242

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ПЕРІОДИЧНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИЛОВОГО ПРИВОДА БУРОВИХ УСТАНОВОК

С.І. Криштопа, Л.І. Криштопа

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42351;
e-mail: retes@mail.ru

Стаття посвячена дослідженню періодичності діагностування технічних об'єктів силового привода бурових установок. Доказана актуальність питання і проаналізовані недоліки існуючої в даний момент системи діагностування. Предложено новий метод визначення більш раціональної періодичності діагностування елементів силового привода. Проведено теоретичне дослідження залежності періодичності діагностування технічних об'єктів силового привода від ступеня навантаженості об'єктів в час їх експлуатації, а також якості і своєчасності проведення технічних обслуговувань і ремонтів. Сформульовані висновки і вказані напрями подальших досліджень.

The paper is devoted to research of periodicity of diagnosing of technic objects of a power drive of drilling units. The urgency of a problem is demonstrated and the lacks of the existing system in the given moment of diagnosing are parsed. The new method of definition of more rational periodicity of diagnosing of units of a power drive is proposed. The idealized research of dependence of periodicity of diagnosing of technic objects of a power drive from a degree of loading of objects is held during their maintenance and also quality both timeliness of conducting of maintenances and repairs. The outputs are formulated and the directions of the subsequent researches are indicated.

Забезпечення надійної роботи силового привода бурових установок є важливим завданням для спеціалістів нафтогазової галузі. Як відомо, надійність обладнання забезпечується на етапах його проектування, виготовлення та експлуатації. При цьому необхідно зазначити, що підвищення надійності продукції на етапах її проектування та виготовлення заводами призводить до інтенсивного збільшення вартості нафтогазового обладнання, але його надійність при цьому збільшується незначно [1]. Виходячи з цього, необхідно вживати додаткових заходів для підвищення надійності роботи силового привода бурових установок під час його експлуатації. Одним з таких напрямків збільшення надійності є оцінка дійсного стану елементів силового привода під час його експлуатації. Для визначення фактичного стану елементів силового привода бурових установок в даний час використовуються два методи:

- безперервного визначення фактичного стану обладнання під час його експлуатації на основі вбудованих систем контролю;

- періодичної перевірки фактичного стану обладнання за допомогою спеціальних переносних діагностичних пристроїв.

Для забезпечення першого методу використовується дешеве стосовно масового виготовлення контрольно-діагностичне обладнання. Наприклад, для більшості дизельних двигунів бурових установок використовуються: манометр для визначення тиску моторної оливи; термометр для вимірювання температур охолоджуючої рідини та моторної оливи; тахометр для визначення частоти обертання колінчастого вала; вольтамперметр для вимірювання напруги та струму в електромережі двигуна; лічильник мотогодин [2]. Таким вбудованим обладнанням

контролюється тільки незначна кількість параметрів технічних об'єктів силового привода.

Тому, для більш об'єктивного визначення дійсного стану технічних об'єктів необхідно використовувати другий метод – періодичного залучення для діагностування складного обладнання високої вартості.

Необхідно зазначити, що в даний час більшість суб'єктів господарської діяльності нафтогазової галузі внаслідок значного подорожчання введення в експлуатацію нових об'єктів, високої вартості заміни обладнання та ін., знаходяться в складних економічних умовах. Зростає спрацьованість об'єктів, ймовірність виникнення аварій, а витрати на аварійно-відновлювальні роботи в 2-3 рази перевищують розрахункові витрати на проведення зазначених ремонтів [3].

Внаслідок цього актуальним стає питання визначення раціональної періодичності діагностування технічних об'єктів нафтогазового обладнання, зокрема силового привода. В загальному випадку для своєчасного попередження дефектів необхідно забезпечити з мінімальними фінансовими витратами збирання максимально повної інформації щодо значень діагностичних параметрів технічного об'єкта. Актуальність роботи в цьому напрямку засвідчує і той факт, що це питання піднімається і в інших галузях, наприклад, металургії [4]. Але, як показав аналіз, використовувати запропоновані там підходи визначення раціональної періодичності діагностування для нафтогазового обладнання неможливо.

Існуюча в даний час система діагностування елементів силового привода бурових установок орієнтує ремонтні служби підприємств на підтримку надійної роботи обладнання за

Таблиця 1 – Показники надійності дизельних двигунів

Місце експлуатації	Роки експлуатації	Тип двигуна	Стан двигуна: нові (Н), після капітального ремонту (К)	Кількість спостережень N	Середній наробіток до капітального ремонту $T_{\text{ср}}, \text{год.}$	Дисперсія $\times 10^6 D$	Середнє квадратичне відхилення S, год.	Коефіцієнт варіації V
Долинське УБР	1992-1993	B2-450	Н	52	3878	2,33	1526	0,394
Самбірська НГРЕ	1991-1992	B2-450AB		50	7703	9,67	3110	0,403
Долинське УБР	1992-1993	B2-450	К	53	2474	1,64	1282	0,518
Самбірська НГРЕ	1991-1992	B2-450AB		50	1538	0,65	806	0,523
Калуська НГРЕ	1990-1992	B2-450 AB-C3		32	2631	1,96	1400	0,532

рахунок примусового діагностування в середньостатистичні терміни. Норми періодичності діагностування обладнання встановлюються в даний час переважно в такий спосіб. За зібраними статистичними даними щодо закономірностей потоку відмов та динаміки зміни діагностичних параметрів підприємства-виготовлювачі обладнання встановлюють таку періодичність діагностування, яка є меншою від середнього наробітку між відмовами з врахуванням заданого рівня ймовірності безвідмовної роботи елементів обладнання.

Таким чином, діючи норми періодичності діагностування відповідних технічних об'єктів силового привода бурових установок встановлюють усереднені показники, які неповною мірою враховують особливості експлуатації тих чи інших конкретних технічних об'єктів залежно від технологічного навантаження на об'єкт, відпрацьованого ресурсу та якості проведення технічних обслуговувань та ремонтів. Наприклад, для дизельних двигунів бурових установок всіх модифікацій та серій діагностування форсунок (за тиском підняття голок та якістю розпилювання дизпалива) передбачено при технічному обслуговуванні ТО-3 через кожні 1000 мотогодин. Досить часто така система не призводить до бажаних результатів і збільшує витрати на експлуатацію діагностичного обладнання [5].

Наприклад, внаслідок такого не дуже досконалого підходу усереднення норм періодичності діагностування спостерігаються дуже високі значення середніх квадратичних відхилень, коефіцієнтів варіації та інших показників, що характеризують наробітки відповідних технічних об'єктів силового привода. Наприклад, для дизельних двигунів бурових установок згідно з [6] можна навести такі дані (табл. 1).

Такі значні відхилення наробітків однотипних елементів вказують на нераціональну періодичність процесів діагностування в конкретних виробничих підрозділах та недостатнє ефективне проведення технічних обслуговувань та

ремонтів. З метою поліпшення ситуації в цьому плані пропонується метод встановлення раціональної періодичності діагностування елементів силового привода бурових установок, який на відміну від існуючих норм враховує додаткові чинники. Пропонується враховувати при визначенні періодичності діагностування, що швидкість зміни технічного стану об'єктів силового привода бурових установок залежить від:

- навантаженості на технічний об'єкт;
- якості та своєчасності проведення технічних обслуговувань та ремонтів технічних об'єктів.

Отже, раціональний час діагностування T_p елементів силового привода бурових установок пропонується визначати за формулою

$$T_p = T_n \cdot K_{\text{нав}} \cdot K_{\text{мо}},$$

де: T_n – існуюча в даний час нормативна періодичність діагностування; $K_{\text{нав}}$ – коефіцієнт, що враховує навантаженість на об'єкт; $K_{\text{мо}}$ – коефіцієнт, що враховує якість та своєчасність проведення технічних обслуговувань та ремонтів.

Інші чинники, наприклад, ступінь спрацьованості об'єкта, менш важливі і за умови якісного та своєчасного проведення технічних обслуговувань та ремонтів їх можна не враховувати.

Необхідність врахування навантаженості викликана тим фактом, що навантаженість на технічні об'єкти силового привода непостійна, залежить від виробничої програми бурової установки та змінюється в широких межах. Показником навантаженості технічних об'єктів силового привода є робота, виконана виконавчими механізмами бурової установки. Навантаженість також можна визначати за часом роботи технічного об'єкта, що оцінюється в мотогодинах та потужності, яка передається на виконавчі механізми бурової установки.

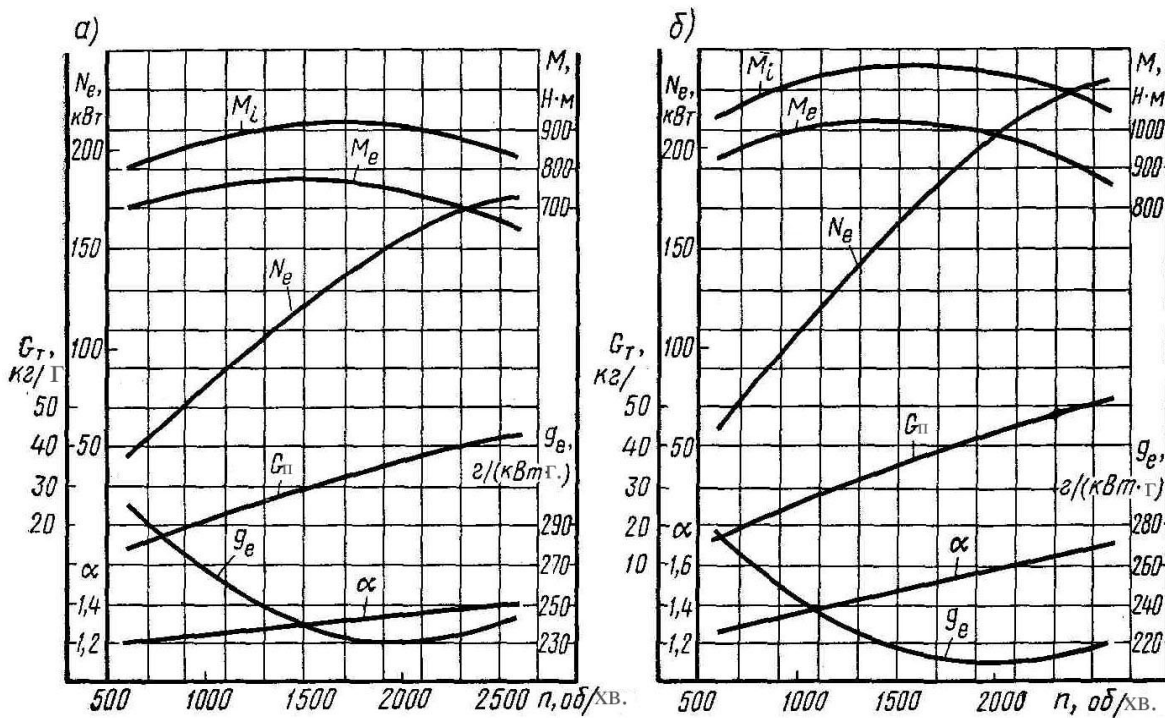


Рисунок 1 – Графіки зовнішніх швидкісних характеристик дизельних двигунів без наддування повітря (а) та з наддуванням повітря (б)

Що стосується норм періодичності діагностування T_n технічних об'єктів силового привода, то вони встановлюються для оборотів $n_{ек}$ експлуатаційної потужності $N_{ек}$, які визначаються з формули

$$n_{ек} = \frac{n_{max} - n_{min}}{2} + n_{min},$$

де: n_{max} – максимальна частота обертання вихідного вала технічного об'єкта; n_{min} – мінімальна частота обертання вихідного вала технічного об'єкта.

Таким чином, при різниці ефективної потужності N_e , що відбирається виконавчими механізмами бурової установки, та експлуатаційної потужності $N_{ек}$ необхідно відповідно враховувати цю різницю навантаження коригуванням періодичності діагностування.

При експлуатації в складі бурової установки електричного силового привода як електрична енергія, так і потужність, що споживаються електродвигунами, визначається відповідно електричними лічильниками та ватметрами достатньо легко. Для газотурбінного та дизельного приводів ситуація дещо складніша. Це пов'язано з тим, що хоча час роботи таких приводів визначається також достатньо легко лічильниками мотогодин, для безпосереднього визначення ефективної потужності газової турбіни або дизельного двигуна необхідне додаткове обладнання високої вартості. Крім того, необхідно враховувати той факт, що під час експлуатації бурової установки відбуваються постійні зміни частот обертання валів елементів силового привода та потужності, що відбирається від

двигунів виконавчими механізмами. Тому як об'єктивний показник, який характеризує ефективну потужність N_e , що передається від газової турбіни або дизельного двигуна до виконавчих механізмів бурової установки, пропонується прийняти годинну витрату палива G_n . Між ефективною потужністю N_e та годинною витратою палива G_n для кожного конкретного дизельного двигуна (або газової турбіни) існують однозначні аналітичні залежності

$$G_n = N_e \cdot g_e,$$

де g_e – питома ефективна витрата палива для конкретного двигуна. Для прикладу на рис. 1 зображені графічні залежності між ефективною потужністю N_e та годинною витратою палива G_n для дизельних двигунів.

Аналогічно для кожного дизельного двигуна (або газової турбіни) можна легко аналітично визначити для оборотів $n_{ек}$ експлуатаційної потужності $N_{ек}$ годинну витрату палива $G_{n.ек}$. Отже, чим більша витрата палива G_n на одну мотогодину відносно $G_{n.ек}$, тим більше навантаження на елементи силового привода, тим меншим повинен бути коефіцієнт $K_{нав}$. І навпаки. Необхідно зазначити, що залежність коефіцієнта $K_{нав}$ від G_n буде різною залежно від конкретної моделі дизельного двигуна або газової турбіни. Для зручності можна оперувати сумарною об'ємною витратою газу для газової турбіни та сумарною об'ємною або масовою витратою дизпалива для дизельного двигуна за

певний період наробітку. Перевагою останніх показників є легкість їх визначення в умовах бурової установки.

Якість та своєчасність проведення технічних обслуговувань та ремонтів технічних об'єктів силового привода також є дуже важливим показником, який необхідно враховувати при встановленні величини раціональної періодичності діагностування. Якість та своєчасність проведення технічних обслуговувань та ремонтів можна оцінювати за кількістю відмов за період наробітку технічного об'єкта до капітального ремонту даного виробничого підрозділу $N_{в.п.}$ відносно кількості відмов за період наробітку технічного об'єкта до капітального ремонту згідно зі статистичними даними по галузі $N_{в.г.}$. Отже,

$$K_{mo} = \frac{N_{в.п.}}{N_{в.г.}}$$

Необхідно також зауважити, що при збільшеному спрацюванні елементів силового привода бурових установок витрата палива двигунами також збільшується, і таким чином цей чинник дає змогу додатково враховувати спрацюваність елементів силового привода і у зв'язку з цим відповідно коригувати періодичність діагностування.

Запропонований метод можна використувати для встановлення раціональної періодичності діагностування як двигунів різного типу, так і елементів трансмісії силового привода (коробки передач, редукторів і т.д.)

Таким чином, можна зробити висновки:

1. Існуючі в даний час норми періодичності діагностування технічних об'єктів силового привода бурових установок неповною мірою враховують особливості експлуатації конкретних технічних об'єктів.

2. Запропонований метод, який уможливить більш раціонально встановлювати періодичності діагностування елементів силового привода бурових установок з врахуванням конкретних особливостей їхньої експлуатації.

3. Подальші дослідження слід спрямувати на апробацію розробленого методу.

Література

1. Замиховський Л.М., Калявін В.П. Основи теорії надійності і технічної діагностики систем: Навч. посібник – Івано-Франківськ: Полум'я, 2004. – 360 с.

2. Дизель В. Описание и руководство по эксплуатации. – М.: Энергомашэкспорт, 1985. – 251 с.

3. Карпаш О.М., Я.М. Зінчук, П.Я. Криничний. Неруйнівний контроль та технічна діагностика бурового, нафтогазового обладнання та інструменту // Науковий вісник національного технічного університету нафти і газу. – 2005. – №3(12). – С. 161-165.


4. Сидоров В.А., Ошовская Е.В., Ченцов Н.А., Проскураков С.В. Определение рационального времени диагностирования // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2001. – № 4. – С. 32-36.

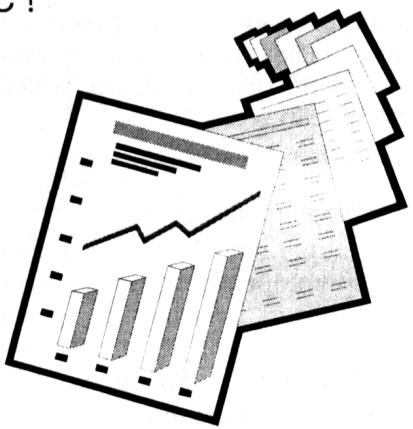
5. Седуш В.Я., Сидоров В.А., Ошовская Е.В. Управление техническим состоянием машин по результатам диагностирования // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2000. – № 5. – С. 86-88.

6. Копей Б.В. Розрахунок, монтаж і експлуатація бурового обладнання: Підручник для вищих навчальних закладів. – Івано-Франківськ, ІФДТУНГ: Факел, 2001 – 446 с.

МИ ЧЕКАЄМО НА ВАС !

МІСЦЕ
ВАШОЇ
РЕКЛАМИ





З питань виготовлення і розміщення реклами звертатися:
м. Івано-Франківськ, 76019, вул. Карпатська 15, ІФНТУНГ,
Редакція журналу "Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ", тел.: (03422) 42002, тел./факс: (03422) 42139,
ел. пошта: rozvidka@ifdtung.if.ua