

ПРО ЧИННИКИ, ЯКІ ФОРМУЮТЬ РІВЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ТА КІЛЬКОСТІ РЕЧОВИНИ

Оптимальним, з точки зору, експлуатаційної технологічності буде така конструкція об'єкту, яка за заданої надійності в процесі його експлуатації матиме мінімальне число відмов та потребуватиме мінімальних затрат на ремонт, відновлення та обслуговування.

У роботі розглянуто комплекс заходів із формування рівня технологічної надійності та встановлено основні чинники, які дозволять витратомірам та лічильникам кількості зберегти свою працездатність.

Ключові слова: витратомір, надійність, термін служби, працездатність, відмова, експлуатація, обслуговування, ремонт.

Оптимальным, с точки зрения, эксплуатационной технологичности будет такая конструкция объекта, которая по заданной надежности в процессе его эксплуатации будет минимальное число отказов и потребует минимальных затрат на ремонт, восстановление и обслуживание.

В работе рассмотрен комплекс мер по формированию уровня технологической надежности и установлены основные факторы, которые позволят расходомерам и счетчикам количества сохранить свою работоспособность.

Ключевые слова: расходомер, надежность, срок службы, работоспособность, отказ, эксплуатация, обслуживание, ремонт.

The best from the point of view of operating adaptability will design the facility so that, given the reliability during its operation will have a minimal number of failures and require minimal expenses for repair, restoration and maintenance.

The paper describes the complex actions of formation of technological reliability and the main factors that will flow meters and counting maintain its performance.

Keywords: flow, reliability, durability, performance, refusal, operation, maintenance and repair.

Під час виготовлення, експлуатації та обслуговування приладів для вимірювання витрат та кількості речовини (в подальшому витратоміри), на практиці, часто застосовують термін “надійність”. Зауважимо, що використання даного терміну не дає чіткої уяви про його трактування, оскільки велика частка характеристик та експлуатаційна надійність витратомірів не планується, а, отже, і не оцінюється.

Наступне на чому необхідно зробити акцент це чітко розмежувати тлумачення надійності витратомірів, яка набувається під час їх проектування та виготовлення з надійністю, яка з'являється в процесі експлуатації. Зазначимо, що остання, так звана, “експлуатаційна надійність” зосереджує увагу не на експлуатаційній надійності приладів, а на експлуатаційній надійності їх роботи та включає у себе: витратоміри і лічильники кількості; встановлення умов експлуатування та планування (організацію) обслуговування (сервісу) таких приладів.

Під експлуатаційною надійністю [1-3] витратомірів слід розуміти здатність вищезгаданих приладів зберігати свою працездатність на протязі встановленого, нормативними документами, проміжку часу (терміну служби). У свою чергу, під відмовою [1-3] слід розуміти зупинку їх роботи із технічних причин.

Слід зазначити, що рівень експлуатаційної надійності формується за рахунок важливих, для споживачів, чинників (див. рис. 1). З поміж усіх основних узагальнених показників рівня надійності [4, 5] витратомірів слід виділити наступні (зауважимо, що дані чинники напряду залежать від календарного періоду часу T_K):

- коефіцієнт технічної готовності (імовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у довільний момент часу, окрім запланованих періодів, під-час яких використання об'єкту за призначенням не передбачено):

$$T_{TG} = \frac{T_B}{T_B + T_P},$$

де T_B – час напрацювання до відмови об'єкту; T_P – час на ремонт об'єкту, який, у свою чергу, входить до складу терміну служби;

- коефіцієнт технічного використання (один із показників, який характеризує надійність відремонтованих об'єктів, що знаходяться в режимі безперервної експлуатації):

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

$$T_{ТВ} = \frac{T_B}{T_B + T_P + T_{ТО} + T_D},$$

де $T_{ТО}$ та T_D – сумарний час на проведення технічних оглядів та діагностування об'єкту відповідно (входить до складу терміну служби).

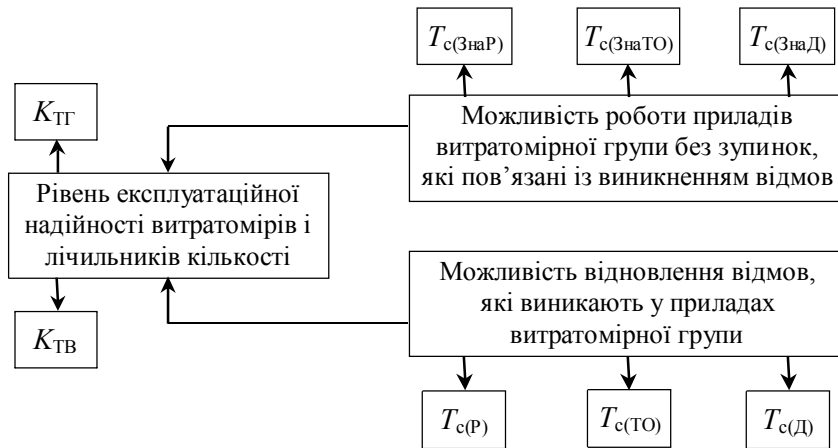


Рис. 1. Схема формування рівня експлуатаційної надійності

Групу заходів експлуатаційної надійності, яка пов'язана із беззупинною роботою витратомірів складають:

- середній час між зупинками об'єкту на його ремонт ($T_{c(ЗнаР)}$);
- середній час між зупинками об'єкту на проведення його технічного обслуговування ($T_{c(ЗнаТО)}$);
- середній час між зупинками об'єкту на проведення заходів, які пов'язані із його діагностуванням ($T_{c(ЗнаД)}$).

Іншу групу, яка базується на відновленні витратомірів формує:

- середній час на здійснення ремонту ($T_{c(P)}$);
- середній час на проведення технічного обслуговування ($T_{c(ТО)}$);
- середній час на проведення діагностування ($T_{c(Д)}$).

Враховуючи вищевикладене встановимо взаємозв'язок між розглянутими групами:

$$T_{ТГ} = \frac{T_B}{T_B + \frac{T_P T_{c(P)}}{T_{c(ЗнаР)}}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{c(P)}}{T_{c(ЗнаР)}}} \quad \text{та} \quad T_{ТВ} = \frac{1}{1 + \frac{T_{c(P)}}{T_{c(ЗнаР)}} + \frac{T_{c(ТО)}}{T_{c(ЗнаТО)}} + \frac{T_{c(Д)}}{T_{c(ЗнаД)}}}.$$

Варто зазначити, що прогресивні значення основних показників експлуатаційної надійності у витратомірах мають свої межі, зокрема: $T_{c(ЗнаР)}=120\dots200$ год; $T_{c(P)}=3\dots6$ год (у дійсності ж вони не перевищують $T_{c(ЗнаР)} \leq 100$ год, а $T_{c(P)} \leq 20$ днів).

Аналіз першоджерел [1-9] показав, що значення показників експлуатаційної надійності варто розділяти на плановані та фактичні. Відповідно такі показники пов'язують із роками експлуатування даних приладів та умовами їх роботи. Відомим, також, є той факт, що рівень надійності окремовзятої групи витратомірів зменшується за терміном їх експлуатації (зауважимо, що найбільш інтенсивно рівень надійності об'єкту знижується у проміжку між третім та четвертим роком його експлуатації [9]).

Враховуючи умови експлуатації витратомірів слід виділити наступні рівні експлуатаційної надійності, які характеризували б значення їх показників. Зокрема, детальний огляд сучасних вимог, які висуваються до приладів для вимірювання витрат та кількості речовини, дозволив виокремити наступні рівні: високий, середній та низький.

Відомо [6, 8], що характеристики експлуатаційної надійності безпосередньо впливають і на інші характеристики роботи витратомірів, зокрема, варто згадати про експлуатаційну продуктивність і експлуатаційну економічність.

Очевидним є те, що досягнення визначеного рівня експлуатаційної надійності витратомірів відбувається за участі різних суб'єктів, які, у свою чергу, здійснюють їх проектування, виготовлення та експлуатування. Схему участі суб'єктів діяльності у формуванні рівня експлуатаційної надійності вищезгаданих приладів наведено на рис. 2.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ



Рис. 2. Схема участі суб'єктів діяльності у формуванні рівня експлуатаційної надійності

Розглянемо, більш детально, складові груп заходів експлуатаційної надійності та встановимо сукупність дій, які дозволять витратомірам зберігати свою працездатність під час їх терміну служби.

Ефективний склад комплексу заходів, які формують групу беззупинної роботи (див. рис. 2) приладів для вимірювання витрат і кількості речовини складають:

- забезпечення безвідмовності та довговічності об'єктів здійснюється на основі наступних дій:

- розробка вимог, які спрямовано на довговічність і безвідмовність об'єкту в цілому, а також його систем та складових елементів;
- розробка конструкторської та технологічної документації, яка забезпечує виконання вимог щодо довговічності і безвідмовності;
- оцінювання ступеня виконання встановлених вимог під час стендових та експлуатаційних випробувань на експериментальних зразках витратомірів;
- корегування документації за результатами випробувань;
- поступове підвищення рівня безвідмовності та довговічності елементів вищезгаданих приладів на основі опрацювання результатів експлуатації обладнання споживачем (в першу чергу, на основі даних про повторні відмови);

- забезпечення ремонтної здатності об'єкту включає у себе конструктивні рішення, які приймають із врахуванням його пристосовуваності до технічного обслуговування та діагностики:

- згрупувати в єдині вузли точки обслуговування та вказати на них візуальними вказівниками; встановити автоматизовані систем змащення; забезпечити вільний доступ до найважливіших складових (агрегатів) для проведення обслуговування та очищення; знизити періодичність заміни фільтрів; забезпечити зручне положення (позу) сервісного персоналу під час обслуговування; звести до мінімуму набір інструментів і необхідних пристосувань тощо;

- виведення на пульт керування індикаторів, вказівників, звукових сигналів, які будуть інформувати оператора про стан елементів об'єкту; створення інформаційної системи, яка дозволить оцінити стан систем об'єкту; створення пристроїв для підключення переносних діагностичних засобів;

- забезпечення якості виготовлення об'єкту являє собою сукупність дій, які гарантують, із необхідною імовірністю, те, що витратомір буде відповідати встановленим вимогам та залежить від:

- організації виробництва (обладнання, яке застосовується у технологічних процесах; кваліфікація робітників; рівень технології складальних робіт тощо);

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

- контролю якості (вхідний контроль якості, комплектуючих та матеріалів; вихідний контроль; статистичний контроль якості процесів; коректуючі дії за результатами контролю тощо);
- покращення якості виготовлення за результатами експлуатації витратомірів;
- забезпечення експлуатаційною та сервісною документацією включає у себе наступні види документів:
 - документація, яка надається споживачу разом із витратоміром, що включає у себе інструкцію оператора, каталог запасних частин та сервісну інструкцію (склад робіт із технічного обслуговування та діагностики; діагностичні параметри; прилади, обладнання та інструменти, які прийнято використовувати під час технічного огляду та діагностування; логічні схеми пошуку причин несправностей (відмов) тощо);
 - рекомендації (інструкції), які пов'язані із організацією ефективної роботи сервісного персоналу;
 - програмне забезпечення для сервісних центрів/служб (з планування технічного обслуговування, аналізу результатів діагностування тощо);
 - рекомендації, які пов'язані із монтажними роботами;
 - спеціальні інструкції (налаштування та пуск об'єкту; вимоги із дотримання правил охорони праці та техніки безпеки тощо);
- організація експлуатування об'єкту повинна нести у собі інформацію про:
 - транспортування;
 - монтаж і демонтаж;
 - зберігання;
 - умови роботи витратомірів (природно-кліматичні умови; часовий режим роботи об'єкту; склад комплектації об'єкту та його функції; параметри робочого середовища; монтажні особливості об'єкту);
 - використання витратомірів за призначенням;
- організація технічного сервісу об'єкту спрямована на забезпечення повного комплексу високоякісних робіт які визначають рівень його працездатності та включає у себе:
 - підтримування працездатності витратоміра (технічне обслуговування; діагностування);
 - відновлення працездатності витратоміра (резервування; поточний та капітальний ремонт);
 - відновлення працездатності вузлів та деталей витратоміра (відновлення деталей; капітальний та поточний ремонт);
 - забезпечення комплектуючими та запасними частинами (зі складів сервісних центрів/служб та постачальників).

До складу комплексу заходів, які формують групу відновлення відмов (див. рис. 2) слід віднести:

- забезпечення ремонтної здатності об'єкту:
 - пристосовуваність конструкції витратомірів до відшукування несправностей (відмов);
 - вирішення питань, які пов'язані із забезпеченням зручності проведення ремонтних робіт (легкість доступу до пошкоджених елементів об'єкту; модульність конструкції, яка передбачала б зручність під час усунення непрацездатних елементів; можливість застосування вискоефективних інструментів і пристосувань; оптимальне розташування (поза) сервісного персоналу під час ремонту);
- організація технічного сервісу із відновлення працездатності об'єкту полягає у спеціальному навчанні особи, яка експлуатує витратомір (оператора), що дозволяє йому більш точно повідомити сервісному персоналу оцінку відмови та її причину;
- забезпечення запасними частинами сервісних центрів/служб прийнято здійснювати із власних складів як зовнішніх, так і внутрішніх постачальників;
- забезпечення експлуатаційною та сервісною документацією, яка розробляється виробником, повинна містити у собі методичні вказівки із:
 - відшукування несправностей (відмов) та їх причин;
 - швидкого та якісного відновлення працездатності витратоміра (схеми складання та розбирання; перелік дій сервісного персоналу та номенклатура інструменту, яка необхідна для усунення несправностей (відмов); нормування трудових витрат тощо).

Акцентуючи увагу на вищевикладеному необхідно зробити наступні висновки, які дозволять, в подальшому, підвищити рівень експлуатаційної надійності:

- виробники витратомірів повинні здійснювати підготовку (підвищення кваліфікації) сервісного персоналу та брати участь у його оснащенні;

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

- роботи, які пов'язані із підтримкою працездатності витратомірів повинні виконувати висококваліфіковані сертифіковані фахівці, які застосовують на практиці сучасні технології та оснащені високоякісним обладнанням;
- для проведення ремонтних робіт, на практиці, широко застосовувати принципи агрегування, які суттєво зменшують їх середній час;
- наявними у сервісних центрах/службах мають бути обмінні фонди агрегатів (деталей), які зменшують простої технологічного обладнання під час виконання ремонту;
- оптимальна номенклатура (кількість) запасних частин, які будуть знаходитись на складах на першопочатковому етапі формується виробником, а в подальшому замовником, що забезпечує мінімальний термін їх постачання;
- за необхідності тривалого ремонту об'єкту замінити його резервним;
- впровадження у життєвий цикл витратомірів інформаційних систем, які дозволять визначати (прогнозувати) показники надійності окремих вузлів за встановлений проміжок часу;
- характеристики експлуатаційної надійності витратомірів безпосередньо впливають на їх економічнодоцільний термін служби та вартість (споживча цінність об'єкту);
- значна увага сервісного персоналу акцентується на заходах профілактичного призначення, які направлені на максимальноможливого зменшенні відмов технологічного обладнання;
- ремонтні роботи агрегатів витратоміра мають бути своєчасними, за умови малої їх трудомісткості (ремонт має бути не складним та не потребувати великих капіталовкладень і значного простоювання об'єкту).

1. Васілевський О. М. Нормування показників надійності технічних засобів : навчальний посібник / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.

2. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1994. – 36 с.

3. ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення.

4. Єрмолаєв С.О., Яковлев В.Ф. Експлуатація і ремонт електрообладнання та засобів автоматизації. – К. Урожай, 1996, – 336 с.

5. Зенкін М.А., Оборський І.Л., Щербань Ю.Ю. Забезпечення працездатності та надійності машин: Навчальний посібник. – К.: КДУТД, 2001, 87с.

6. И.А. Биргер. Техническая диагностика. – М.: “Машиностроение”, 1987. – 270 с.

7. Семенов А. А., Мелкумян В. Г. Основы теории надёжности: Навчальний посібник. – К.: КМУЦА, 1998. – 84 с.

8. Терлецький Т.В., Кайдик О.Л. Надійність технічних систем. Навчальний посібник для студентів які навчаються за напрямом “Приладобудування”. – Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна, друкарня “Волиньполіграф”ТМ, 2012, 96 с.

9. Технические средства диагностирования: Справочник / В.В. Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.; Под общ. ред. В.В. Клюева. – М.: “Машиностроение”, 1989. – 672 с.