
4

СУДЕБНАЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

О.О. Семененко, эксперт

Київський НДІ судових експертиз

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ ФАКТУ ВТРУЧАННЯ В СИСТЕМУ ЇЇ ОБЛІКУ

Проаналізовані способи несанкціонованого втручання в роботу приладів обліку електричної енергії, що урізноманітнюються в зв'язку з удосконаленням електричних схем здійснення обліку спожитої електроенергії та розробленням нових систем захисту від втручання до них. Розглянуто питання щодо інформаційного забезпечення, яке необхідне для проведення електротехнічної експертизи зазначених приладів.

Користування електричною енергією в Україні регламентується відповідними нормативними документами, а саме: Законом України “Про електроенергетику”, Правилами користування електричною енергією для населення (ПКЕЕН), затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.1999 р. № 1357, і Правилами користування електричною енергією для юридичних осіб (ПКЕЕ), затвердженими Постановою Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України від 31.07.1996 р. № 28.

Дані правила встановлюють права та обов'язки постачальника і споживача, їх взаємну відповідальність, порядок розрахунків за спожиту електричну енергію та умови припинення постачання електричної енергії.

Енергопостачальна компанія (постачальник) повинна організувати систему контролю за сплатою відпущеної електроенергії та станом її обліку. Водночас, певна кількість споживачів застосовує різні способи крадіжки електричної енергії.

Міжнародна організація “UNIPED” встановила, що термін “крадіжка електричної енергії” застосовується в тих випадках, коли електроенергія не враховується або не у повній мірі реєструється, чи коли споживач розкриває лічильник або порушує схему подачі електроенергії з метою зменшення показників спожитої електроенергії, що ним враховується.

Слід зазначити, що розкрадання електроенергії є однією із складових та основних причин зросту втрат електроенергії в електричних мережах, яка певною мірою впливає на зростання цін на електричну енергію.

Зі зростанням цін на електроенергію випадки її крадіжки не зменшуються, а способи крадіжок удосконалюються та урізноманітнюються, особливо у випадках втручання в роботу приладів обліку електричної енергії, встановлення механізмів безконтактного їх вимикання та маніпулювання ними.

Зростання випадків крадіжок електричної енергії споживачами спричинило збільшення кількості електротехнічних судових експертиз та експертних досліджень приладів обліку електричної енергії з метою виявлення спеціально встановлених, не передбачених заводом-виробником, пристроїв у обліковому механізмі лічильника. Такі експертизи і дослідження проводяться в науково-дослідних інститутах судових експертиз Міністерства юстиції України.

Перші експертизи лічильників обліку електричної енергії, що проводились в зазначених інститутах виконувались експертами — трасологами. Ними, в основному, вирішувались питання щодо пошкодження пломб, якими був опломбований лічильник, та виявлення слідів механічного впливу на роботу деталей облікового механізму лічильника.

Питання відносно самої електричної частини лічильників на вирішення експертизи майже не ставились, тому що раніше на експертизу, як правило надходили лічильники індукційні або електронно-механічні, що не мали вмонтованих нештатних пристроїв, за допомогою яких можливо було зупинити обліковий механізм лічильника або змусити його рахувати із зменшенням показників спожитої електроенергії.

Для зупинки або зміни показів лічильника індукційного типу не обов'язково було вигадувати та виготовляти будь-який електронний пристрій, а достатньо було створити умови для механічного пригальмування рухомого диску.

Змінювання показів електронно-механічного лічильника здійснювалось за допомогою переставлення положення барабанів лічильного механізму, що призводило до зміни показів лічильника.

Виявленням слідів механічного впливу на барабани лічильного механізму такого лічильника, що здійснювався без втручання в його електричну схему, безпосередньо займається трасологічна експертиза, але слід зазначити, що навіть у таких типах лічильників є можливість втручання в їх електричну схему, для встановлення якої необхідно проведення електротехнічних досліджень.

З удосконаленням електронно-механічних та появою електронних лічильних приладів, застосованих у лічильниках спожитої електроенергії, почали з'являтися та удосконалюватися нові способи зменшення показів спожитої електроенергії.

Відповідно до проведеного аналізу статистичних даних щодо експертиз лічильників, які виконувались в Київському НДІСЕ, встановлено, що за два останні роки були проведені комплексні трасологічні та електротехнічні експертизи близько п'ятдесяти таких об'єктів.

Досліджувались наступні лічильники. Дванадцять лічильників індукційного типу: СО-2; СО-И446; СА4У-И672М; СА4У-И672. Двадцять п'ять лічильників електронно-механічного типу: СР4У-673М; СОЕ-5028 НВ; НІК 2301 АП1; НІК 2301 АК1; НІК 2102-02; Енергомера ЦЕ 6803 В. Двадцять лічильників електронного типу: СОЕ 5028 НВ; СА 4Е-5030; НІК 2303 АРК1; НІК 2303 АРП1; Landis Gyr ZMD 410 CR 44.0007.c1.S2.

В результаті вивчення лічильників індукційного типу, які були об'єктами експертизи, встановлено, що принцип їх роботи полягає у наступному: рухома частина (алюмінієвий диск) обертається під час споживання електричної енергії, витрата якої визначається за показами барабанного облікового механізму. Диск такого лічильника обертається за рахунок вихрових струмів, які наводяться у ньому магнітним полем котушок лічильника (струмової обмотки та обмотки напруги).

Для впливу на роботу індукційного лічильника або зміни його показів використовуються різні способи, а саме:

- механічне гальмування обертового диска лічильника через попередньо підготовлений (просвердлений) отвір, або за допомогою порушення герметичності корпусу лічильника чи ушкодження оглядового скла;
- примусове механічне скидання показів лічильника шляхом обертанням у зворотну сторону шестерень передавального механізму або переставляння облікових барабанів лічильного механізму на потрібні покази;

— вплив на обліковий механізм лічильника сильним зовнішнім магнітним полем (магнітом або електромагнітом).

Слід зазначити, що більшість індукційних лічильників, які підключаються за допомогою трансформаторів струму, не мають блокування зворотного ходу, що дозволяє без втручання у лічильний механізм, за допомогою зміни підключення виводів трансформатора струму проти потоку потужності, зменшувати покази лічильника, що практично неможливо встановити експертним шляхом.

Проведенням аналізу експертиз електронно-механічних лічильників було встановлено, що принцип їх роботи полягає у вимірюванні активної електричної енергії шляхом аналого-цифрового перетворення електричних сигналів, що надходять від первинних перетворювачів сили струму і напруги, з подальшим обчисленням мікропроцесором потужності та інтегрування її в часі. На виході процесора формується послідовність імпульсів, частота яких пропорційна активній потужності. В якості первинних перетворювачів сили струму і напруги використовуються трансформатори струму і резистивний дільник напруги. Процесор формує сигнали управління кроковим двигуном рахункового барабанного механізму.

З експертної практики відомо, що першими випадками крадіжки електричної енергії шляхом втручання в електронно-механічний лічильник, були спроби переставлення положення барабанів облікового механізму такого лічильника, як це робилось у індукційних лічильниках.

Для того, щоб дістатись до зазначених барабанів, необхідно знімати лицьову кришку корпусу лічильника, яка опломбована. Тобто, для того, щоб користуватися таким способом, необхідно постійно порушувати пломби, підроблення яких потребує відповідної кваліфікації і відповідних витрат. Виявленням слідів, що можуть утворитися від зазначених дій на лічильнику, займається трасологічна експертиза, у такому випадку проведення електротехнічної експертизи зайве.

Згодом, на експертизу почали надходити лічильники з вмонтованими, не передбаченими заводом-виробником, електронними пристроями, які були підключенні до облікового механізму лічильника.

Дослідженнями було встановлено, що для впливу на роботу лічильного механізму такого лічильника в більшості випадків використовувались вмонтовані електронні схеми з вихідними комутаційними елементами, які вмонтовувались в розріз електричного проводу між кроковим двигуном обліково-барабанного механізму та електронною платою.

При подачі спеціального кодованого радіосигналу дані вихідні комутаційні елементи схеми розмикались і тим самим роз'єднувалось електричне коло живлення крокового двигуна від електронної схеми. Це призводило до зупинки облікового барабанного механізму у той час, коли споживач продовжував споживати необліковану електричну енергію. Повторною подачею спеціального кодованого радіосигналу можна було повністю відновити 100% облік спожитої електричної енергії.

При використанні такої схеми споживач за допомогою пульту керування даною схемою може маніпулювати лічильником на відстані 50 метрів і більше, в залежності від можливостей встановленої плати та передавача.

На експертизу надходять також електронно-механічні лічильники електроенергії з встановленим електромеханічним пристроєм герконом, який вмонтовують в розріз електропроводу між кроковим двигуном обліково-барабанного механізму та електронною платою.

Геркон — це електромеханічний пристрій — герметизований контакт, який замикається (або розмикається) при впливі магнітного поля в зоні його установки (наприклад, при піднесенні до нього постійного магніту (електромагніту) або при установці його всередині електромагніту).

Таким чином, при піднесенні магніту до місця, де встановлений геркон, електричне коло між платою та кроковим двигуном розмикається, що призводить до зупинки обліково-барабанного механізму.

Слід зазначити, що для використання перелічених способів зупинки електронно-механічного лічильника (встановлення нештатних деталей у лічильник) необхідно розбирати його корпус, що практично неможливо без порушення його опломбування.

Проведенням аналізу експертиз електронних лічильників електроенергії було встановлено, що принцип їх роботи полягає у вимірюванні електричної енергії шляхом аналого-цифрового перетворення електричних сигналів, які надходять від первинних перетворювачів сили струму і напруги, з подальшим обчисленням потужності та інтегрування її у часі. В якості первинних перетворювачів сили струму і напруги використовуються резистивні дільники та трансформатори струму. Сигнали від первинних перетворювачів сили струму і напруги надходять на вхід аналого-цифрового перетворювача (АЦП), наявного в мікропроцесорі, який перетворює їх в послідовність цифрових відліків. Мікропроцесор розраховує ефективні значення сили струму і напруги, коефіцієнта потужності по кожній фазі і значення активної та реактивної енергії. Період інтегрування рівний 833 мс.

Дослідженням наданих на експертизу сучасних електронних лічильників встановлено, що для створення умов недообліку ними електричної енергії в більшості випадків використовують електронну плату, комутаційні елементи якої підключають в коло вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів струму лічильника.

При дистанційній подачі спеціальним пультом керування оптичного сигналу на інфрачервоний приймач додатково вбудованої схеми, здійснюється паралельне підключення резисторів вмонтованої електронної плати до вимірювальних трансформаторів струму лічильника, що призводить до зменшення величини струму, який подається на вимірювальні резистори досліджуваного приладу обліку.

На експертизу надходять також електронні лічильники, які запирають всі події, що відбуваються з даним лічильником (вмикання, вимикання напруги, збільшення або зменшення її величини по фазах).

При намаганні здійснення втручання у роботу такого лічильника все, що відбувається з параметрами обліку (напругою на його ввідних клеммах, струмом тощо), реєструється у його електронному журналі подій. У разі необхідності, за допомогою спеціального обладнання та відповідного програмного забезпечення дану інформацію можна одержати, що в деяких випадках дає можливість визначити, чи здійснювалось несанкціоноване втручання у схему обліку.

Останнім часом на експертизу надходять електронні лічильники, що були вилучені у споживачів разом з радіопередавальним пристроєм, який налаштований на певний радіочастотний діапазон.

Якщо налаштувати радіопередавач на генерування відповідної частоти, він впливає на генератор тактової частоти самого мікропроцесора лічильника і, як наслідок, блокує його роботу — повністю припиняє облік споживання електричної енергії. При вимкненні даного передавача облік спожитої електроенергії повністю відновлюється.

Слід зазначити, що при здійсненні такого радіочастотного впливу на електронні конструктивні елементи лічильника, на даний час неможливо виявити слідів від такого впливу, що суттєво ускладнює проведення повного об'єктивного дослідження.

В Київському НДІСЕ проводяться дослідження з визначення впливу стороннього магнітного поля на обліковий механізм електронно-механічного лічильника. Останнім часом на експертизу почали надходити електронно-механічні лічильники зі спеціально встановленим індикатором магнітного поля, який зареєстрував застосування сильного стороннього магнітного поля.

Принцип дії індикатора магнітного поля полягає у тому, що у разі дії магнітного поля величиною 100 мТл і більше на лічильник з встановленим магнітним індикатором, відбувається відповідна реєстрація застосування сильного магнітного поля зазначеним індикатором. Реєстрація застосування сильного магнітного поля у кожного індикатора відображається різними способами, в залежності від марки індикатора.

Навмисний вплив сильним магнітним полем може здійснюватися на кроковий двигун обліково-барабанного механізму лічильника, що зупиняє його роботу та дає змогу споживати електроенергію поза обліком.

Таким чином, спрацювання індикатору магнітного поля є однією з ознак впливу сильного магнітного поля на обліковий механізм лічильника.

Для встановлення інших ознак, що підтверджують вплив на обліковий механізм лічильника потужним магнітом, в Київському НДІСЕ проведено ряд експериментальних досліджень з визначення залишкової намагніченості на металевих поверхнях кожуха (захисної металевої кришки) крокового двигуна облікового механізму.

Для зупинки крокового двигуна лічильника впливом магнітного поля, потужний магніт встановлюють на лицьовій частині лічильника напроти крокового двигуна. Кроковий двигун знаходиться під екранованим металевим кожухом. При дії на двигун потужного магнітного поля, металевий кожух двигуна намагнічується, що змінює рівень намагніченості на металевій поверхні зазначеного кожуха.

Проведенням порівняльних досліджень по вимірюванню рівня залишкової намагніченості за допомогою магнітометра NOVOTEST МФ-1 (прилад призначений для вимірювання рівня залишкової намагніченості виробу) на металевих кожухах крокових двигунів електронно-механічних лічильників без ознак впливу магнітного поля та електронно-механічних лічильників з ознаками впливу магнітного поля (спрацювання індикатору магнітного поля, виривання з місця встановлення облікового барабанного механізму за рахунок сили протягування потужного магніту) встановлено, що на лічильниках без ознак впливу потужним магнітом рівень намагніченості рівний 0,01–0,05 мТл, а на лічильниках з ознаками впливу потужного магніту рівень намагніченості рівний 0,2–0,7 мТл.

Викладене дає підстави стверджувати, що рівень намагніченості металевого кожуха крокового двигуна лічильника з ознаками впливу значно більший, ніж у лічильників без ознак впливу магнітного поля.

Таблиця 1. Методи виявлення факту втручання у прилади обліку електроенергії.

Тип приладу обліку	Принцип роботи приладу обліку	Способи несанкціонованого втручання в роботу приладів обліку	Методи експертного виявлення факту втручання у прилад обліку
Індукційний	<p>При споживанні електричної енергії, на алюмінієвий диск наводяться вихрові струми від магнітного поля котушок лічильника, після чого він починає обертатись. Виміряна лічильником кількість електроенергії вираховується із здійснених числа обертів диска та відображається на барабанному механізмі.</p>	<p>Примусове гальмування обертотого диска лічильника. Примусове механічне скидання показів лічильника (шляхом скручування облікових барабанів). Вплив на обліковий механізм лічильника потужним магнітним полем. Маніпулювання з трансформаторами струму на лічильниках трансформаторного підключення.</p>	<p>Порівняльний метод — співставлення наданого на дослідження лічильника з однотипним по-віреним лічильником, для виявлення нештатних деталей непередбачених заводом виробником. Метод описування — система дій щодо детального вивчення об'єкта, які матеріалізуються у зафіксовані ознаки досліджуваного лічильника електроенергії. Вимірвальний метод — проведення замірів рівня залишкової намагніченості на металевих поверхнях конструктивних елементів лічильника за допомогою магнітометру NOVOTEST МФ-1. Експериментальний метод — експериментальні дослідження, які проводяться з метою перевірки загальної роботоздатності зазначеного</p>

Тип приладу обліку	Принцип роботи приладу обліку	Способи несанкціонованого втручання в роботу приладів обліку	Методи експертного виявлення факту втручання у прилад обліку
Електронно-механічний	При споживанні електричної енергії, від перетворювачів сили струму і напруги на електронну плату лічильника надходять електричні сигнали, які перетворюються в аналого-цифрові з подальшим обчисленням потужності та інтегрування її в часі. Процесор формує сигнали, які потім передаються на кроковий двигун.	Примусове механічне переставлення показів лічильника (шляхом переставлення облікових барабанів). Встановлення електронних схем та електромеханічних пристроїв “геркон” в розріз електропроводів, по яким передаються сигнали від електронної плати до крокового двигуна. Вплив на кроковий двигун обліково-барабанного механізму лічильника потужним магнітним полем	Загальнонаукові методи експертного виявлення факту втручання у прилад обліку
Тип приладу обліку Електронний	Принцип роботи приладу обліку електричної енергії Облік електроенергії електронним лічильником здійснюється за принципом аналого-цифрового перетворення електричних сигналів, які надходять від перетворювачів струму і напруги, які мікропро-	Способи несанкціонованого втручання в роботу приладів Встановлення електронної плати, комутаційні елементи якої підключають в коло вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів струму лічильника. Вплив на лічильник радіо пе-	досліджуваного лічильника та визначення впливу на нього нештатно встановлених пристроїв.

Тип приладу обліку	Принцип роботи приладу обліку	Способи несанкціонованого втручання в роботу приладів обліку	Методи експертного виявлення факту втручання у прилад обліку
	Цесором перетворюються в послідовність цифрових відліків. Мікропроцесор розраховує ефективне значення сили струму і напруги та коефіцієнта потужності. Кількість спожитої електроенергії відображається на дисплеї лічильника.	редавальним пристроєм, який налаштований на певний радіочастотний діапазон.	

Слід зауважити, що при проведенні експертиз різних за типом та конструкцією приладів обліку, постійно виникає одна із суттєвих проблем, пов'язаних з відсутністю технічної інформації щодо конструкції та електричних схем досліджуваних лічильників.

Відсутність такої інформації про конструкцію досліджуваних лічильників, їх конструктивні особливості, схеми електронних плат, що використовуються в електронно-обліковому механізмі, змушує експертів, які виконують електротехнічні експертизи приладів обліку, самостійно збирати та використовувати додаткову інформацію з різних літературних та інформаційних джерел, що не завжди є доброякісною.

При зверненні до виробників приладів обліку про надання необхідної інформації, останні не зацікавлені в її наданні і посилаються на приватну таємницю.

Підсумовуючи викладене, слід зробити висновок про те, що різноманіття способів втручання у прилади обліку зростає разом з їх удосконаленням, що свідчить про необхідність вдосконалення інформаційної та матеріальної бази, а також створення відповідної методики проведення електротехнічної

експертизи різних за типом та конструкцією приладів обліку з метою виявлення фактів стороннього втручання в їх роботу.

В табл. 1 представлені методи виявлення факту втручання у прилад обліку електроенергії в залежності від типу приладу та принципу його роботи.

Список використаної літератури

1. Про електроенергетику: Закон України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: rada.gov.ua.
2. ГОСТ 30207–94. Статические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 1 и 2). — М., 1995.
3. ГОСТ 26035–83. Счетчики электрической энергии переменного тока электронные: Общие технические условия. — М., 1984.
4. СОУ-Н МПЕ 40.1.35.110:2005. Додаткові вимоги до засобів обліку електроенергії, спрямованих на запобігання несанкціонованому втручанням в їх роботу. — К., 2005.
5. Правила користування електричною енергією: затв. постановою НКРЕ від 31.07.96 № 28 (у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005 № 910), за реєстр. Мінюстом України 18.11.2005 р. за № 1399/11679 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: rada.gov.ua.
6. Правила користування електричною енергією для населення: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.1999 № 1357 (із змінами та доп.). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: rada.gov.ua.
7. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень: затв. Мінюстом України 08.10.1998 № 53/5 (із змінами та доп.). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: rada.gov.ua.
8. Загальні методи положення судової електротехнічної експертизи: звіт про НДР (заключний) / ХНДІСЕ ім. зал. проф. М.С. Бокаріуса; викон: В.О. Горбунко, Б.М. Лльченко, В.В. Сабодаш та ін. — Х., 2009.
9. Счетчики электрической энергии НИК 2301: рук. по эксплуатации / ООО “НИК-ЭЛЕКТРОНИКА”. — К., 2011. — Ч.1: Счетчики электрической энергии нетарифные. — (ААШХ. 411152.010 РЭ).
10. Счетчики электрической энергии НИК 2303: рук. по эксплуатации / ООО “НИК-ЭЛЕКТРОНИКА”. — К., 2011. — Ч. 1: Счетчики электрической энергии нетарифные. — (ААШХ. 411152.010 РЭ).
11. Посібник для працівників енергопостачальних компаній і енергонагляду щодо роботи зі споживачами електроенергії та запобігання крадіжкам електроенергії / за ред. Ю.А. Андрійчука, Г. М. Катренка. — К., 2003. — 423 с.

Резюме

Многочисленность способов вмешательства в приборы учета возрастает в связи с их совершенствованием, что говорит о необходимости совершенствования информационной и материальной базы, а также создание соответствующей методики проведения электротехнической экспертизы различных по типу и конструкции приборов учета с целью выявления фактов постороннего вмешательства в их работу.

Summary

The variety of methods of intervention in accounting devices is increasing due to their improvement, suggesting the need to improve the information and material resources, as well as the establishment of an appropriate methodology for the electrical examination of various types and designs of metering device in order to detect the evidence of any outside interference in their work.