

## АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІНИ «УМОВНИХ» ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ТЯГОВІЙ МЕРЕЖІ

Представив д.т.н., професор Панасенко М.В.

З огляду на те, що електрична тяга – один із найбільших споживачів електроенергії, раціональне її використання набуває особливого значення. Один із шляхів скорочення витрати електроенергії на тягу потягів – зменшення втрат енергії в пристроях тягового електропостачання.

Визначення втрат енергії в тяговій мережі – найслабша ланка при складанні загального енергетичного балансу. Всі недоліки у використанні енергетичних ресурсів різними службами та підрозділами залізниць не рідко списують на «умовні» втрати [2]. «Умовні» втрати в тяговій мережі визначаються порівнянням витрати електроенергії за показниками лічильників електровозів і витратою електроенергії по лічильниках тягових підстанцій. Для визначення планового значення витрат електроенергії локомотивного депо проводять відповідні розрахунки згідно методики ЦТ – 0099 [1]. Норматив «умовних» втрат розраховує Главк локомотивного господарства і доводить його службі локомотивного господарства. Дослідженню «умовних» втрат присвячено чимало праць [3,4,2]. В даній статті проведено аналіз динаміки зміни «умовних» втрат електричної енергії в тяговій мережі за даними Одеської залізниці. На рис.1 представлено динаміку фак-

тичних та планових «умовних» втрат за вісім років.

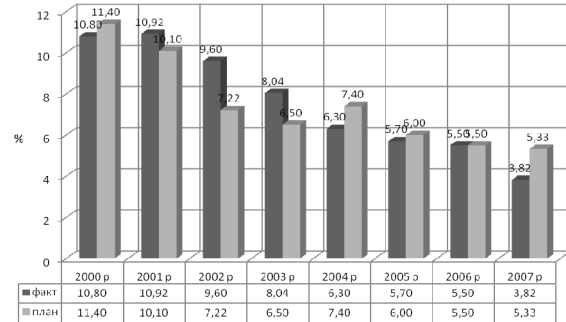


Рис. 1. «Умовні» втрати електроенергії в тяговій мережі за 2000 – 2007 р.р.

Як бачимо з 2001 по 2003р. фактичні «умовні» втрати перевищували заплановані. «Умовні» втрати мають сезонний характер зміни. Знання їх закономірностей дозволяє їх нормувати, прогнозувати об'єм споживання енергії. Проте точність прогнозування низька. Однією з причин є непостійність сезонного споживання. Проаналізуємо динаміку зміни «умовних» втрат по місяцям за 9 років (табл.1)

«Умовні» втрати в холодну пору року в порівнянні з теплим періодом істотно підвищуються (табл. 1, рис. 2 – 9).

Таблиця 1

"Умовні" втрати електроенергії в тяговій мережі за 2002 - 2008 роки в порівнянні з планом

місяць	рік	%	місяць												рік, факт/план
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2002 р.	факт	14,18	8,74	8,62	4,57	7,46	4,56	8,25	5,83	5,80	2,10	8,30	7,91	9,60	
	план	12,5	11,5	10,5	9,40	9,30	9,36	8,50	8,00	10,50	8,30	8,40	8,80	7,22	
2003 р.	факт	9,12	11,5	5,76	9,28	6,79	5,59	7,30	5,13	9,10	7,69	10,29	8,96	8,04	
	план	7,80	7,50	7,20	6,00	5,80	5,00	6,40	6,40	7,00	5,90	5,90	6,20	6,43	
2004 р.	факт	13,3	9,81	3,98	3,40	4,00	4,43	5,70	3,40	5,40	6,20	8,80	7,47	6,32	
	план	8,50	8,00	7,50	7,50	7,00	6,50	6,60	6,60	6,50	7,80	8,00	8,20	7,39	
2005 р.	факт	6,89	8,83	6,91	5,27	4,01	5,66	2,50	3,27	6,30	4,30	8,50	6,35	5,73	
	план	9,00	8,50	8,00	4,00	4,00	3,90	4,20	4,20	5,40	6,80	7,00	7,20	6,02	
2006 р.	факт	10,4	5,80	5,60	3,70	4,20	5,20	3,98	3,98	6,20	6,10	5,90	5,80	5,50	
	план	8,00	7,30	6,60	5,00	4,50	4,00	4,00	4,00	4,00	6,00	6,00	6,30	5,50	
2007 р.	факт	6,90	5,76	3,26	1,80	2,50	1,70	1,93	4,60	4,20	4,30	4,95	3,67	3,82	
	план	8,00	7,30	5,70	4,30	4,30	4,30	4,40	4,40	4,70	5,00	5,00	6,40	5,33	

місяць	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	рік, факт/план
2008 р	факт	6,60	4,10	2,70	2,90	3,49	2,00	2,72	3,99	4,97	3,13	6,30	4,86	3,96
	план	5,00	5,00	5,00	4,40	4,40	4,10	3,50	3,50	3,70	4,10	4,10	4,40	4,26
2009 р	факт	5,06	6,00	4,13	5,60	1,87	2,34	1,56						
	план	4,80	4,40	4,00	2,80	2,80	6,30	2,72						

Проаналізуємо помісячні «умовні» втрати за вісім років (рис. 2).

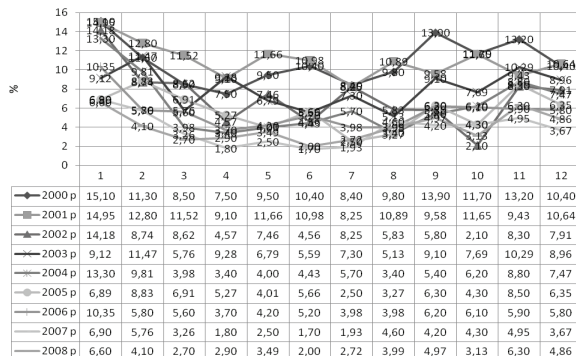


Рис. 2. «Умовні» втрати електроенергії в тяговій мережі за 2000 – 2008 р.р

Для наглядності виділимо помісячні «умовні» втрати за два роки (рис. 3)

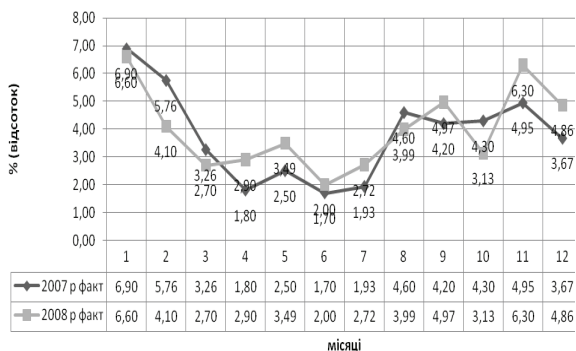


Рис. 3. «Умовні» втрати електроенергії в тяговій мережі за 2007 – 2008 р.р.

Єдиною причиною виникнення сезонної зміни питомих втрат називають підвищення опору руху в холодну пору року. Проте динаміка реальних показників споживання енергії потоком поїздів, в першу чергу, невідповідність сезонного ходу змінам температури, це твердження спростовує.

Дослідження підтвердили припущення, що причинами посиленої сезонної зміни служать особливості формування об'ємів споживання енергії, властиві залізничній магістралі, а саме:

- від контактної мережі живиться не тільки електрорухомий склад на лінії, але і електровози, які знаходяться у відстої. Крім того, частина енергії йде на технологічні потреби депо і інших підрозділів.

- зміна характеру потоку поїздів. У окремі періоди співвідношення роботи, що виконується локомотивами з навантаженими і порожніми поїздами, збільшується на користь навантажених. Різниця в їх питомих витратах досягає 2 – 2,5 рази. Якщо підвищення відносної частки роботи навантажених відбувається в літній час, то це викликає зниження питомої витрати по потоку поїздів в цілому і, отже, збільшення сезонної зміни.

Аналіз споживання електроенергії по тяговим підстанціям Одеської залізниці показав, що споживання на тягових підстанціях в перехідний період від літа до зими збільшується на 10 – 12 %. Близько 2 % з них викликані об'ємами енергії, які йдуть на обігрів пасажирських поїздів на шляху слідування. Сезонне збільшення втрат, зафіксоване лічильниками ЕРС, не перевищило 6 – 7 %. Отже, сезонна зміна споживання на тягових підстанціях на 2 – 4 % перевищує аналогічну величину, визначену по лічильниках локомотивів.

Як з'ясували, сезонна зміна споживання електроенергії на тягу навантажених поїздів складає 5 – 6 %, порожніх 12 – 17 %. Вплив температури на втрату порожніми поїздами відомий. Відносна зміна опору руху при впливі одного і того ж чинника більше для вагонів, які характеризуються малим навантаженням на вісь.

Порівнюємо фактичні «умовні» втрати електроенергії в тяговій мережі з плановими за 2005 р. (рис. 4).

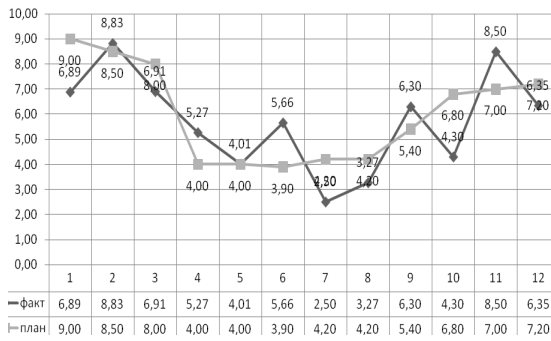


Рис. 4. Порівнювальна діаграма «Умовних» втрат в контактній мережі (план/факт) 2005 рік

Графіки зміни «умовних» втрат в різні періоди зазнають значні відхилення від очікуваних. Так, в літній час щорічно спостерігається підвищена витрата для поїздів парного напрямку. Деякі місяці характеризуються скачками показника питомого споживання.

Причиною вказаних відхилень, окрім співвідношення частки навантажених і порожніх поїздів, є зміна умов пропуску потоку поїздів. У літній час спостерігається ускладнення роботи через зростання вантажопотоку, вичерпання резервів пропускнув спроможності. Крім того, влітку великий об'єм колійних ремонтних робіт і, відповідно, вікон. Дільнична швидкість в цей період знижується, і питома витрата енергії зростає.

Значення питомої витрати по групі поїздів, які обслуговуються локомотивами однієї серії, істотно залежить від фактичного розподілення складових виконаної роботи залежно від навантаження на вісь вагону. Якщо більшість навантажених має масу, близько до уніфікованої, питома витрата відповідає номінальному навантаженню 23 т/вісь. Для поїздів з легковажними вантажами показник навантаження знижується, питома витрата енергії росте. Номінальне навантаження для порожніх поїздів рівне 7 т/вісь.

Розглянемо залежність «умовних» втрат від об'єму перевезень у 2003 р. (рис. 5).

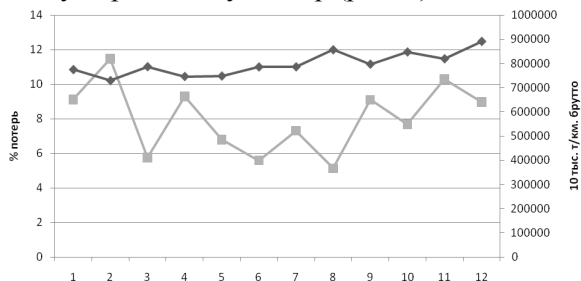


Рис. 5. Залежність "умовних" втрат від виконаної роботи за 2003 рік

Розглянемо залежність «умовних» втрат від об'єму перевезень у 2007 р. та у 2008 р. (рис. 6, 7).

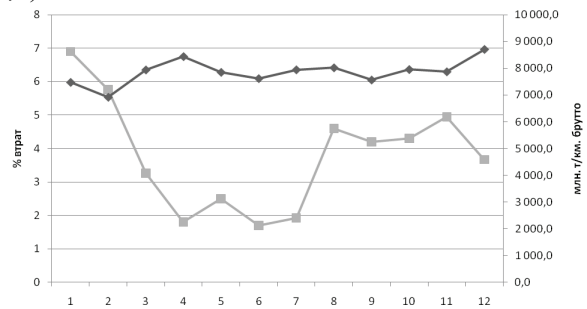


Рис. 6. Залежність "умовних" втрат в тязі від виконаної роботи за 2007 р.

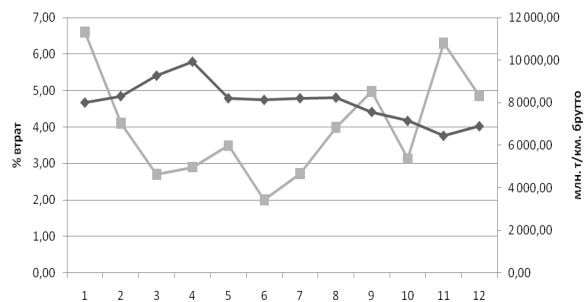


Рис. 7. Залежність "умовних" втрат в тязі від виконаної роботи за 2008 р.

Нижча питома витрата енергії в літній час групи стандартних парних поїздів в порівнянні з витратою всіх вантажних пояснюється тим, що на дистанції спостерігається зменшення доли поїздів з неповною загрузкою вагонів.

Подальші дослідження показали, що відбір енергії з контактної мережі для нетягових споживачів впливає на сезонні коливання і порівняний з впливом вагового чинника. Дані, отримані при проведенні енергетичного обстеження електротяги, показують наступне:

- Показник витрат зафіксований на тягових підстанціях, в зимовий час обтяжений інтенсивним споживанням по фідерах контактної мережі, які живлять парки депо. Місячний об'єм енергії, що витрачається при відстої кВт.год. Об'єм цього споживання системою депо-вського обліку фіксується не повністю, що обумовлене низькою чутливістю лічильників на ЕРС при малих навантаженнях.

- Недооблік витрати досягає 50 % від об'єму енергії, яка віддається через фідер контактної мережі, що живить депо. Другою причиною збільшення витрат в холодну пору року служить безконтрольний відбір енергії з контактної мережі на господарські і технологічні по-

треби локомотивних, вагонних депо, станцій і інших підрозділів.

Розглянуті чинники приводять до підвищення місячних витрат по ряду депо в зимовий час на 2 – 4 млн. кВт·год., або до 9 % всього звітного споживання по депо. Відповідно збільшується і показники небалансу між даними обліку на тягових підстанціях і ЕРС для відділення залізниць і залізниці в цілому.

#### Висновки

1. На величину «умовних» втрат електроенергії в тяговій мережі впливає низка факторів - сезонність споживання електроенергії, кліматичні фактори, рівень досконалості системи обліку електроенергії на тягових підстанціях та електрорухомому складі.

2. Наведення ладу в обліку об'ємів енергії, що витрачаються на нетягові потреби, приведе до більш точної картини сезонної зміни споживання на електротязі, виключенню зростання показника «умовних» втрат в зимовий час.

#### БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Методика розрахунку норм витрат дизельного палива і електроенергії на тягу поїздів. ЦТ-0099: Затв.: Наказ Укрзалізниця від 09.06.04 р. № 113-Ц [Текст] / Розроб. Г.В. Євдомаха, В.І. Дробаха, К.І. Железнов.-К.:Мінво трансп. України. Держ. адмін. заліз. трансп. України. Укрзалізниця,2004.-60с.

2. Быкадоров,А.Л. Учёт потерь электроэнергии на электрифицированных участках переменного тока [Текст] / А. Л. Быкадоров, В. Т. Доманский // Железнодорожный транспорт.-1980.-№4.-С.57-59.

3. Кузнецов,В.Г. Экспериментальное дослідження "умовних втрат" електроенергії в тяговій мережі [Текст] / В.Г. Кузнецов, Ю.М. Сергатов, Т.І. Кирилюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.-2011.-№4/8 (52).-С.29-33.

4. Кузнецов, В. Г. Экспериментальная проверка величин «условных потерь» электроэнергии в контактной сети [Текст] / В.Г. Кузнецов, Ю.Н. Сергатов // Материалы II международной научно-практической конференции "Энергосбережение на железнодорожном транспорте".-2011.-пгт. Ждениево:ДНУЖТ.-С.38-40.

**Ключові слова:** тягова мережа, електрична енергія, умовні втрати, динаміка.

**Ключевые слова:** тяговая сеть, электрическая энергия, условные потери, динамика.

**Keywords:** traction network, electrical energy, the conditional losses.