ОГЛЯД ОСНОВНИХ СИЛ ОПОРУ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Ковбаса С.М., к.т.н., доцент; Скібчик О.С., магістрант
Кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Активний розвиток електротранспорту зумовлений постійним ростом цін на паливо а також погіршенням екологічної обстановки. Тому розробка та дослідження нових алгоритмів керування електромеханічними системами транспортних засобів (ТЗ) є актуальною надновою задачею. Метою даної статті є огляд сил опору рухові ТЗ для розробки моделюючої програми, яка дозволить досліджувати характеристики електромеханічних систем транспортних засобів.

Матеріали огляду. На подолання сил опору затрачується робота, що здійснюється тяговими двигунами. Сили опору прикладені в різних точках рухомого складу. Вони залежать від швидкості і місцезнаходження рухомого складу [1], від його конструкції та конструкції шляхопроводу.

Під повним опором рухові розуміють еквівалентну силу, що приведена до ободів коліс, на подолання якої затрачується така ж робота, як і на подолання всіх дійсних сил, що протидіють рухові.

Повний опір рухові ділять на наступні складові:

1. Основний опір рухові W_o, який обумовлений внутрішнім тертям в рухомому складі, опором від взаємодії між рухомим складом і дорожнім покриттям на прямих та горизонтальних ділянках та аеродинамічним опором (при відсутності вітру).
2. Опір рухові що створюється силою тяжіння на схилах W_i.
3. Опір рухові від кривих ділянок шляху $W_{кр}$.
4. Додатковий повітряний опір $W_д$.

Таким чином повний опір рухові представляють у вигляді суми:

$W = W_o + W_i + W_{кр} + W_д$;

Для зручності виконання тягових розрахунків, опір рухові виражають в питомих одиницях, віднесених до одиниці ваги, Н/кН:

$\omega = W_o + W_i + W_{ёд} + W_{ä} / mg$; де mg –вага рухомого складу.

Основний опір рухові залежить від багатьох факторів [2], тому теоретичним шляхом визначити значення основного опору рухові дуже складно. Він представляється у вигляді двох складових: $W_o = W_{o.тр} + W_{o.пов}$, де $W_{o.тр}$ – складова, що обумовлена тертям в підшипниках, тертям кочення, ковзанням коліс по дорозі, деформацією шляху; $W_{o.тр} = W_{тр.підш} + W_{коч.} + W_к + W_{деф}$; ($W_{тр.підш}, W_{коч.}, W_к$ - опір рухові від тертя в підшипниках, від тертя кочення, та ковзання; $W_{деф}$ - опір рухові від деформації шляху), $W_{o.пов}$ – опір повітряного середовища.

В результаті експериментальних досліджень була встановлена залежність складової основного опору рухові, обумовленою силами тертя $W_{o.тр}$ від швидкості руху υ (рисунок 1).

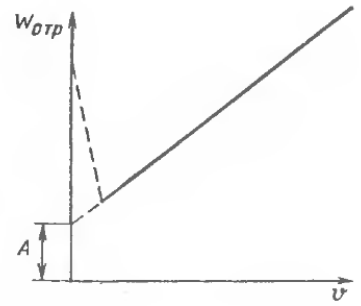

Рисунок 1 – залежність $W_{о.тр}$ від швидкості

Її можна представити у вигляді

$$W_{о.тр} = A + B\upsilon$$

де A та B – постійні, що залежать від конструкції букси, конструкції дорожнього покриття і типу колісної пари.

Сили тертя в підшипниках колісних пар, тягових електродвигунів і передаточних механізмів залежать від коефіцієнтів тертя і тиску між поверхнями, що труться. Коефіцієнт тертя в свою чергу залежить також від температури, при низькій температурі в'язкість змазки збільшується, що призводить до збільшення коефіцієнта, і відповідно до збільшення опору рухові в момент зрушення після тривалої стоянки.

Опір при коченні колеса залежить від натиску колеса на дорогу, радіуса круга кочення, а також площі опорної поверхні колеса, при чому чим більша площа, тим вища втрата енергії і відповідно значення опору рухові. Для тролейбуса, площа опорної поверхні колеса залежить від тиску в балонах, форми і стану поверхні коліс, а також від матеріалу покриття дороги.

Опір при проковзуванні визначається багатьма факторами, такими як: швидкість руху, конструкція рухомого складу, зношення шин, дорожнього покриття.

Опір від деформації залежить від нерівностей шляху по траєкторії кочення колеса, а також від швидкості руху.

Складова $W_{о.пов}$, яка визначається за допомогою аеродинамічних досліджень і дорівнює:

$$W_{о.пов} = C_x S\upsilon^2;$$

де C_x – коефіцієнт обтічності, який визначається дослідним шляхом, S – найбільша площа поперечного перерізу кузова, υ – швидкість руху.

Висновки. Представлено огляд основних сил опору, які діють на транспортні засоби і в сукупності створюють момент опору для тягового приводу електротранспорту. Розглянуті сили мають бути враховані при виконанні досліджень розроблюваних електромеханічних систем для електротранспорту.

Перелік посилань

1. Розенфальд В.Е., Исаев И.П. Теория электрической тяги // М. Транспорт. –1995. – С.62–65
2. Байриева Л.С., Шевченко В.В. Электрическая тяга // М. Транспорт. –1986. – С.38–43