

УДК 656.2

Вадим Іванов
Віталій Косенко

ГІДРОПЕРЕДАЧІ В КОНСТРУКЦІЯХ СУЧАСНИХ ЛОКОМОТИВІВ

За умов актуалізації питань оновлення рухомого складу на прикладі світового лідера у виробництві гідропередач компанії Voith (Німеччина) розглянуті техніко-технологічні та економічні переваги застосування гідропередач в конструкціях сучасних локомотивів, досвід їх використання провідними виробниками локомотивної техніки.

Проблема модернізації рухомого складу є надзвичайно актуальною як для «Укрзалізниці», так і відомчого залізничного транспорту. При цьому найбільш гостро стоїть питання відносно парку дизель-гідролічних локомотивів, що використовуються на найбільш інтенсивно працюючих підприємствах металургії, важкого машинобудування, а також дизель-потягів, які експлуатуються на малодіючих ділянках залізниць. У першу чергу це пояснюється низьким якісним рівнем відповідного рухомого складу російського, латвійського та угорського виробництва і невідповідністю їх конструкцій сучасним вимогам до рухомого складу.

Наприкінці 2006 року на українських залізницях курсувало 265 дизель-потягів та 104 приміських потяги з пасажирськими вагонами. Звичною стала картина, коли магістральні локомотиви використовуються з 3-5 вагонами або ж виконують роль мотор-вагона в дизель-потязі. Звісно, що це веде до значних перевитрат пального. Адже витрати пального магістральним локомотивом в 3-4 рази більші, ніж у сучасного рейкового автобуса, що працює на малодіючій дільниці. Внаслідок цього лише за останній період відбулося закриття цілої низки залізничних маршрутів. Тому в затвердженому Кабміном фінансовому плані «Укрзалізниці» на 2007 рік передбачена закупівля дизель- та електропотягів на суму 664,1 млн. грн., що хоча б частково поліпшить ситуацію з приміськими перевезеннями.

Важливою при цьому є проблема вибору рухомого складу, оскільки окрім фізичного зношення, що досягає 90%, існує також моральне. Адже діючий рухомий склад не відповідає сучасним вимогам, коли необхідно орієнтуватись на швидкість на рівні 120 км/год, середнє прискорення до 20 км/год на рівні 0,5-0,7 м/с².

Не набагато кращою є і ситуація з парком маневрових локомотивів ТГМ 4 та ТГМ 6 виробництва Людинівського тепловозобудівного заводу (Росія), що оснащені гідропередачами виробництва «Калугапутьмаш». На провідних металургійних підприємствах нараховуються сотні локомотивів. Зокрема, Міттал Стіл – 46 локомотивів, Азовсталь – 48, Алчевський металургійний комбінат – 70,

© Іванов В.Б., Косенко В.І., 2007

ММК ім. Ільча – 108. Низький рівень якості саме гідропередачі викликає справедливі нарікання з боку експлуатаційників та вимагає постійних витрат у процесі їх експлуатації. За умови застосування жорстких екологічних вимог їх подальша експлуатація взагалі була б неможлива.

Разом з тим досвід європейських та світових залізниць, провідних підприємств вказує на високу економічну ефективність та високий рівень експлуатаційної готовності як дизель-потягів, так і маневрових локомотивів, де передача потужності від силової установки до колісних пар здійснюється за допомогою гідропередачі, що за своїми техніко-економічними параметрами не поступається електричній.

Провідним виробником гідропередач для рейкового транспорту є німецька компанія Voith, з якою вітчизняні залізничники познайомились з прийняттям в експлуатацію рейкових автобусів 620М на Південній залізниці. Вироблені польською фірмою PESA рейкові автобуси комплектуються дизельними двигунами MTU та гідропередачами Voith. Оскільки гідропередачі бувають як гідромеханічні, так і гідродинамічні, зупинимося на їх конструктивних відмінностях та сферах застосування.

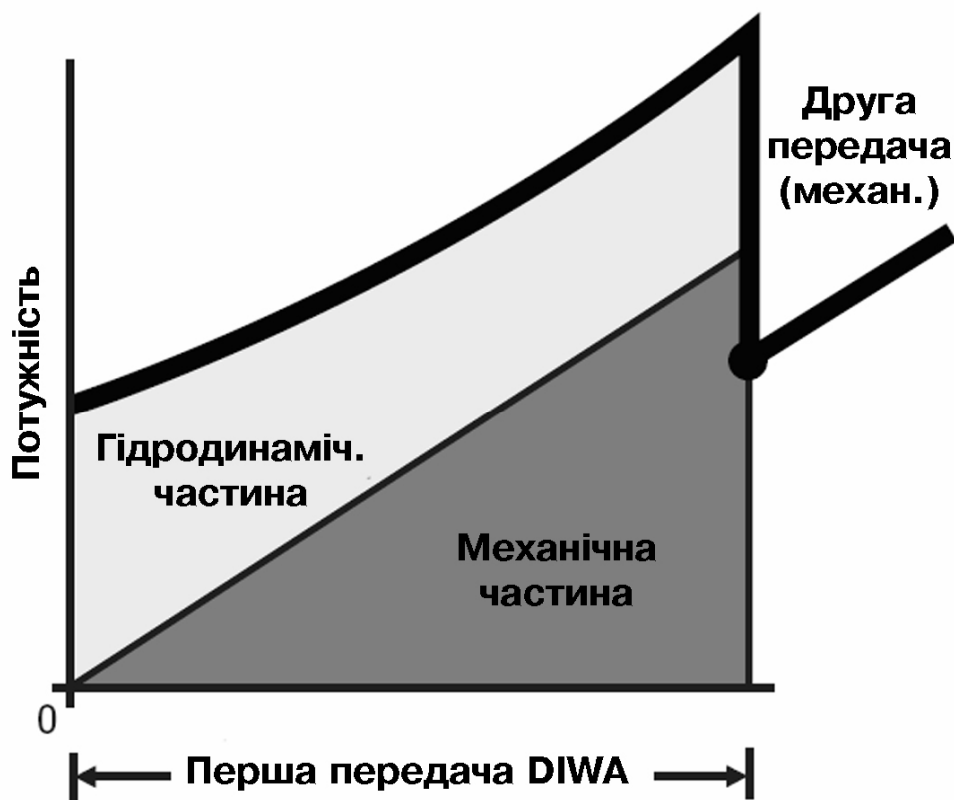


Рис. 1. Діаграма розподілу потоків кінетичної енергії на гідравлічний і механічний у ГМП "DIWA"

Гідромеханічні передачі (ГМП) DIWA випускаються компанією Voith як у трьох-, так і в чотирьохступінчастому виконанні і переважно встановлюються на міських автобусах. Наприклад, сучасні автобуси MA3-103 і MA3-105 в Києві, Донецьку, Одесі та інших містах оснащені ГМП 3-го покоління DIWA.3E. Саме такі ГМП за ліцензією Voith виробляє спільне підприємство ВКМ у м. Казань (Росія). Запроваджені на Заході високі стандарти до рухомого складу (Євро 4) вимагають оснащення більш сучасними ГМП DIWA.5 останнього покоління.

Значно менше ГМП застосовуються в залізничному транспорті, а саме в рейкових автобусах, наприклад LVT/s, Regio Shuttle, Adtranz RSI.

Головними вузлами ГМП є диференційний перетворювач крутного *обертowego* *обертального* моменту (гідротрансформатор) з гідравлічним та механічним розділенням потоків та механічний редуктор (коробка *передач* перемикач) з 2 або 3 значеннями передавального співвідношення. Завдяки подібному розділенню потоків значно підвищується рівень к.к.д, адже навіть на першій передачі переважна частина енергії передається механічним шляхом (рис. 1). На всьому діапазоні швидкостей гідротрансформатор може працювати і як гідроповільнювач (гідродинамічне гальмо, ретардер). Гідромеханічна передача не має механізму зміни напрямку руху, тому необхідне застосування реверсивного редуктора. На відміну від ГМП, що має один гідротрансформатор для роботи в режимі розгону та коробку *передач* перемикач для роботи в режимах сталих швидкостей, гідродинамічні передачі Voith (ГДП) мають розділені гідродинамічні потоки для роботи в режимах розгону та при сталих швидкостях (рис. 2). У двошвидкісних ГДП застосовують або 2 гідротрансформатори, або гідротрансформатор та гідромуфту, в трьохшвидкісних – один гідротрансформатор та 2 гідромуфти. При цьому гідротрансформатор працює в режимі розгону, а гідромуфти – в сталих режимах. При цьому не застосовується коробка перемикач або дискова муфта, а зубчаті колеса знаходяться в постійному зачепленні, що забезпечує ще більш високий к.к.д. трансмісії, оскільки мінімізуються гідравлічні втрати. Важливою перевагою є також можливість використання вбудованого ретардера, що підвищує безпеку руху та зменшує зношення механічних гальм. Завдяки повільному переходу від одного до іншого діапазону швидкостей, наявності забудованого реверсивного вузла з кулачковою муфтою та застосуванню зносостійких підшипників та зубчатих коліс ГДП має ще більш високий ресурс, ніж ГМП.

Обов'язковими елементами сучасних ГДП є також електрогідравлічні системи управління та контролю, що оптимізують роботу передачі, а також виконують функції діагностики та реєстрації режимів роботи і відмов.

Класичним зразком гідропередачі даного типу є T211 та її модифікації T211rz, T211rze, T211rzze, що використані в конструкціях рейкового автобуса Alstom X73500, дизель-потяга CAFS 598, дизель-потяга Bombardier Class 170/5 та інших. У процесі модернізації даної передачі потужність була підвищена від початкових 183 до 350 kW, встановлена електронна система керування, реверсивний механізм із пневмоприводом.

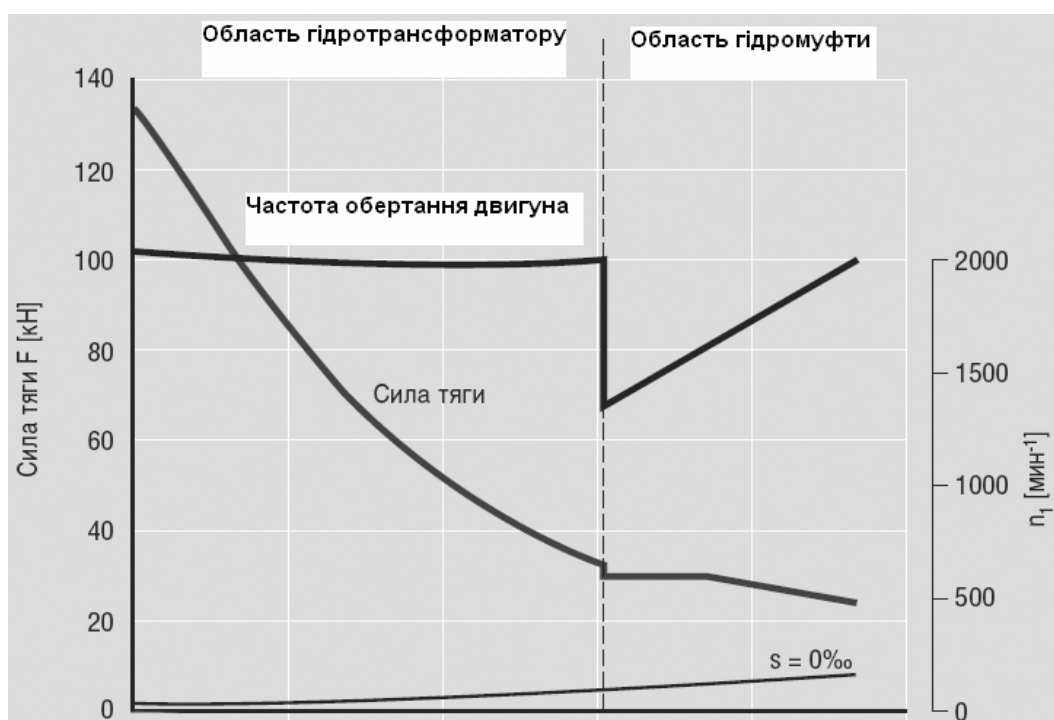


Рис. 2. Діаграма розподілу гідродинамічних потоків у гідротрансформаторі та гідромуфті

Такі модифіковані передачі на базі класичної T211, адаптовані до підвищеної потужності двигунів, знайшли широке використання в швидкісних дизель-потягах завдяки своїй високій надійності та експлуатаційній ефективності порівняно з механічними та електричними передачами. Прикладами таких потягів є Siemens/Duemag DM90, Adtranz 168 (Turbostar), Alston X-TER 72500, Jerbacher Integral S5D95. Вказані потяги вирізняє висока динаміка, зокрема їх швидкість досягає 160 км/год.

Наступний клас гідродинамічних передач представляють базові трьохшвидкісна T212bre потужністю до 400 kW та більш потужна T312 br (600 kW), а також їх модифікації, що вирізняються наявністю 4 потоків у 2 гідромуфтах, гідротрансформаторі та гідроповільнювачі і розраховані для експлуатації в дизель-потягах із швидкістю 200 км/год. Наприклад, Adtranz 611 та 612, Bombardier Class 180, Goninan "Protector II", CFD AMG 800 та ін.

Використовуючи ГДП наведених типів, Voith виробляє також інтегровані модулі Railpack і Turbopack у складі розміщеного на єдиній рамі дизельного двигуна (до 450 kW для Railpack та від 500 до 650 kW – для Turbopack), гідродинамічної передачі (відповідно T212 або T312), системи охолодження, а також осьових редукторів, карданних валів. За винятком двигуна, всі інші компоненти продукуються Voith.

При використанні в маневрових локомотивах гідродинамічних передач Voith їх традиційно висока надійність, мінімальні експлуатаційні витрати поєднуються з відносно невеликими капіталовкладеннями порівняно з дизель-електричними

локомотивами, коли це відноситься до високих потужностей в 650-1500 kW. Турбореверсивні трансмісії Voith для маневрових локомотивів дають широкий вибір конструкцій в діапазоні від 190 до 300 kW (L1r2, L2r4z, L2r2z), від 530 до 650 kW (L3r2, L34z), від 1050 до 1500 kW (L4r4z, L5r4z). Особливість їх конструкцій полягає в застосуванні багатопоточної схеми передачі енергії з використанням одного або двох трансформаторів для кожного з напрямків руху та залежно від типу механічної коробки *передач* перемикачів для малої або високої швидкості. В кінцевому результаті це дає змогу значно економити кошти на паливо, експлуатаційні витрати. Адже окрім заміни масла, промивки фільтрів, перевірки елементів управління, передачі не потребують обслуговування аж до капітального ремонту через 1,2-1,4 млн. км пробігу. Їх переваги по достоїнству оцінили такі виробники, як Socofer, Plasser, Speno, CFD, GBM, Bombardier, Adtranz, Vossloh, Siemens та ін.

Відомий як найбільший в світі виробник, гідропередачі якого експлуатуються в 75 країнах, Voith розпочав також випуск локомотивів на нещодавно відкритому в м. Кіль заводі «Voith Turbo Lokomotivtechnik». Передовсім це маневрові локомотиви серії Gravita потужністю від 400 до 2000 kW, а також найпотужніші в світі дизель-гідролічні магістральні локомотиви Maxima 40CC потужністю 3600 kW, що розраховані на використання в міжнародних магістральних перевезеннях. Перше замовлення на Maxima в кількості 30 локомотивів зробила Бельгійська залізниця. Основні експлуатаційні характеристики модельного ряду магістральних та маневрових локомотивів наведені в табл. 1.

Таблиця. 1. Основні експлуатаційні характеристики магістральних та маневрових дизель-гідролічних локомотивів Voith

Технічні параметри	Maxima 40CC	Maxima 30CC	Gravita 20BB	Gravita 15BB	Gravita 10BB	Gravita 5C	Gravita 5B
Довжина, м	23	23	17	15	14	11	10
Маса, т	126-135	126-135	80-88	80-90	80-100	60-68	40-45
Потужність двигуна, кВт	3600	2750	2000	1500	1000	700	400
Максимальна швидкість, км/год.	120	120	120	100	100	80	80
Запас палива, л	9000	10000	5500	4500	3500	2500	2000

Вивчення досвіду провідних виробників локомотивів та лідерів серед залізниць, а також практичний досвід експлуатації перших рейкових автобусів в Україні дасть змогу більш об'єктивно визначити шляхи модернізації локомотивного парку та переваги використання гідропередач в конструкції сучасних локомотивів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балака Є.І., Зоріна О.І., Колеснікова Н.М., Погасій С.О., Мукмінова Т.А. Тенденції розвитку залізничних перевезень у провідних країнах світу// Залізничний транспорт України.–2000.–№1.–С.22-23.
2. Зозуляк В.П., Пасічник В.І. Показники залізничного транспорту країн світу (аналітичний огляд і прогноз динаміки)// Залізничний транспорт України. – 2000. –№1. – С.16-21.
3. Киселев І.П. Прогресс высокоскоростного движения поездов на обычных линиях // Железнодорожный транспорт. – 2006. – №5-6. – С.68-77
4. О развитии скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в странах Европы и Азии и подвижной состав для высоких скоростей // Сборник докладов Международной конференции. – С-Пб., 2004.–122 с.
5. Сич Є.М., Гудкова В.П. Пасажирський комплекс залізничного транспорту: розвиток і ефективність. – К.: "Видавництво"Аспект-Поліграф", 2004. – 248 с.

Надійшла 24 вересня 2007 р.