

УДК 629.421.4.014.272: 006.77

В.О. Немілоствий, А.В.Донченко, Ю.С.Павленко, В.О. Бойко, В.М. Леонтєв.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НОВОГО МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗА ПОТУЖНІСТЮ 750-800 К.С. ДЛЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ У ЗАЛІЗНИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ ПІДПРИЄМСТВ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

В статті наведені дані досліджень щодо розвитку технічних вимог до нового вітчизняного маневрового тепловоза.

Наявний рухомий склад відомчого залізничного транспорту застарів як фізично так і морально, з точки зору споживчих якостей. Значна частина транспортних засобів експлуатується за межами нормативного терміну служби. Основою його являються застарілі моделі імпортової техніки, технічні показники яких не відповідають сучасним вимогам. Тепловозний парк відомчого транспорту був побудований та придбаний підприємствами України в період з 1970 р. по 1991р. Основні промислові локомотиви – тепловози ТГМ та ТЭМ були розроблені декілька десятиліть назад і з того часу промисловими підприємствами власниками практично не модернізувались. Відставання технічного рівня тягового рухомого складу може призвести до уповільнення загальних темпів розвитку виробництва.

В останні роки закупівля нового рухомого складу та капітальний ремонт з модернізацією існуючого майже не здійснювалась. Старіючий парк рухомого складу потребує більш високих експлуатаційних витрат на обслуговування і утримання в достатньому з точки зору забезпечення безпеки руху, технічному стані.

Зокрема, склалась напружена ситуація з забезпечення перевезень вантажів на промислових підприємствах надійним та високопродуктивним тяговим рухомих складом, в першу чергу, тепловозами. Це обумовлено такими факторами, як:

- фізичне і моральне старіння парку локомотивів, невідповідність їх конструкцій сучасним санітарним, ергономічним вимогам, вимогам безпеки та охорони довкілля;

- відсутність фінансування для розробки та освоєння виробництва нових локомотивів;

- недостатній розвиток ремонтної бази;

- відсутність єдиної технічної політики, стратегії і тактики по розвитку і модернізації тягового рухомого складу відомчого транспорту.

Задоволення потреб промислових підприємств тяговим рухомих складом, особливо маневровими тепловозами для вантажних перевезень, стає стратегічно важливою метою галузевої політики у розвитку відомчого залізничного транспорту.

Провівши аналіз стану експлуатаційного та наявного парку тягового рухомого складу відомчого залізничного транспорту України необхідно зробити невтішний висновок: новий маневровий тепловоз потужністю 750-800 к.с. – край необхідний.

Розробка та створення такого локомотива при вирішенні питання фінансування, займе що найменше 3-4 роки (розробка технічної та конструкторської документації, побудова тепловоза, повний комплекс випробувань, дослідна експлуатація на металургійних комбінатах).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Якщо найближчим часом машинобудівні підприємства України не запропонують залізничному промислому транспорту новий маневровий тепловоз, який би максимально враховував вимоги та побажання промислових підприємств, відповідав би діючий НД України, то на коліях промислового залізничного транспорту з'являться нові тепловози закордонного виробництва.

З урахуванням вітчизняного та зарубіжного досвіду розроблені загальні технічні вимоги до конструкції маневрового тепловозу промислового транспорту потужністю 750-800 к.с. які визначають його основні технічні характеристики, споживчі якості та передбачають суттєве підвищення показників комфорту, безпеки та технічного обслуговування. Передбачаються, зокрема, більш досконала гальмівна система та заміна гідروпередачі (використання дорогих мастильних матеріал) на електричну змінно-постійного струму. Підвищуються загальний термін експлуатації та міжремонтні терміни як тепловоза в цілому так і його окремих складових. Передбачаються поліпшені планування та внутрішнє облаштування кабіни тепловоза, використання сучасних конструкцій ходових частин, гальмівної системи, систем забезпечення клімату, комплексу електрообладнання, автоматичного керування контролю та діагностики, дизайну та ергономіки, надійності, безпеки, захисту від впливу шуму, вібрації та інфразвуку. В даному документі максимально враховані пропозиції металургійних комбінатів та можливості машинобудівних підприємств нашої держави.

База тепловоза та максимальна його висота вибиралися мінімальні, враховуючи специфіку маневрової роботи на металургійних підприємствах, габарит наближення споруд в ливарних цехах та «місця-схованки» тепловоза при завантаженні вагонів-чавуновозів.

Основні параметри та характеристики нового маневрового тепловоза для промислового транспорту потужністю 750-800 к.с., який має прийти на заміну ТГМ4 наведені далі:

Основні параметри та характеристики тепловоза

Тип	маневровий
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-Т (Максимальна висота не більше 4600 мм)
Довжина за осями автотягачів, мм	12600-13100
Максимальна висота від головок рейок, мм	4300-4600
Максимальна ширина по виступаючих частинам, мм	3140
Потужність, кВт (к.с.)	552 (750)
Службова маса, т	80 ± 3%
Статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН (тс)	196 (20,0) ± 3%
Сила тяги під час зрушування з місця, кН (тс)	275-352 (28-36)
Розрахункова сила тяги тривалого режиму під час маневрової роботи, кН (тс)	235-250 (24-25,5)
Швидкість, км/год:	
транспортна	80
максимальна під час маневрової роботи	55
тривалого режиму	5
Ширина колії, мм	1520
Осьова формула	Bo-Bo

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Діаметр коліс по колу катання, мм	1050
Мінімальний радіус проходження в кривих, м	40
Силова установка (дизель-генератор)	11Д80
Електрична передача	змінно-постійного струму
Тип гальма	пневматичний автоматичний, пневматичний прямодіючий, електродинамічний, стоянковий
Управління	обладнаний для правління однією особою, допускається по системі двох одиниць
Запас палива, не менше, л	3300
Запас піску, кг	900

Аналізуючи наведену технічну характеристику можна зробити висновок, що основні параметри нового тепловоза майже не відрізняються від параметрів ТГМ4. Основна відмінність та що в новому локомотиві з'являється електропередача (на вимогу металургійних підприємств)

При дослідженні та розробці технічних вимог основним питанням є комплектації дизель-агрегатної установки новим дизелем. Для вирішення цього питання пропонується встановити на тепловозі дизель-генератор, який складається з 4-х циліндрового, однорядного дизель 11Д80 з турбонагнітанням (виробник ДП «Завод ім. Малишева») та тягового агрегату змінного струму, які з'єднані муфтою та встановлені на загальній піддизельній рамі. Дизель-генератор повинен забезпечувати надійну роботу без обмежень за часом на всіх позиціях контролера машиніста під навантаженням та холостому ході.

Зазначимо, провідні зарубіжні компанії при створенні маневрових тепловозів малої потужності застосовують малогабаритні дизеля типу **Caterpillar 3508B** чи йому аналогічні. Але машинобудівні заводи України на сьогоднішній день не можуть запропонувати дизеля подібної конструкції з відповідними характеристиками. Отже їх розробка та впровадження у виробництво в найближчій перспективі теж необхідна для створення конкурентоспроможної продукції вітчизняного виробництва (маневрового тепловоза). Решту складових частин тепловоза (синхронний генератор, тягові електродвигуни постійного струму, допоміжні електромашини, гальмівне обладнання, системи електроніки управління та контролю тощо) машинобудівний комплекс України готовий надати для комплектації вже до кінця поточного року.

Електрична передача змінно-постійного струму, яка запропонована для нового тепловоза, була вибрана з досвіду експлуатації тепловозів та наявних електромашин які створені та виробляються в Україні. Безумовно, електричні машини колекторного типу це пройдений шлях і впровадження електричної передачі постійно-змінного струму було би значно кращим, але на сьогоднішній день машинобудівні підприємства не можуть запропонувати якісного асинхронного тягового двигуна який би надійно працював в маневровому режимі.

Тяговий агрегат повинен бути електричною машиною змінного струму (синхронний генератор) типу А720 У2, тягові двигуни - електричними машинами постійного струму типу ЭД133. Мотор-вентилятори системи охолодження повинні бути машинами змінного струму (асинхронними).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Для запуску дизеля передбачена конденсаторна система. Напруга в ланцюгах управління та освітлення тепловоза повинна становити 110 В з підключенням як до локомотивної акумуляторної батареї, так і до автомобільної типу 6СТ190. З'єднання знімних електричних апаратів, електричного обладнання має здійснюватися за допомогою штепсельних роз'ємів або контактних виводів електричного засобу. Для монтажу електричних ланцюгів повинні застосовуватися проводи та кабелі стійкі до мастил, дизельного палива, води, які не розповсюджують горіння або є малогорючими. Електричне обладнання, яке встановлюється в кузові тепловоза, повинне відповідати вимогам групи М25, на візках – групи М26, М27 за ГОСТ 17516.1. Розміщення акумуляторних батарей має забезпечувати нормальну температуру електроліту при різних температурах зовнішнього повітря та вентиляцію з 10-15 кратним обміном повітря за годину. Система вентиляції електричних машин та апаратів повинна забезпечувати фільтрацію охолодженого повітря від пилу, вологи та мастила зі ступенем очищення не менше ніж 75 %.

Візок тепловоза повинен бути двовісний, безщелепний. Ресорна підвіска візка має бути з центральним шворнем, індивідуальна одноступінчаста з циліндричними гвинтовими пружинами та статичним прогином не менше ніж 100 мм. Привод колісної пари має бути виконаний індивідуальний на кожну вісь від тягового електродвигуна постійного струму. Підвішування тягових двигунів має бути виконано опорно-осьове. Гальмо візка повинне бути колодковим з двостороннім натиском гальмівних колодок на бандаж колеса. Важільна передача повинна складатися з чотирьох груп, кожна з яких повинна приводитися до руху від індивідуального гальмівного циліндра. Букса колісної пари повинна бути повідкового типу з підшипниками кочення, колеса – бандажні з литими колісними центрами. Для змащування гребенів колісних пар повинні бути встановлені гребнезмащувачі стрижневого типу.

Кузов тепловоза повинен бути виконаний як капотний з несучою рамою. Висота капоту повинна бути якомога нижчою, щоб забезпечити найбільшу оглядовість з кабіни машиніста. Капот повинен бути обладнаний пристроями для кріплення поясів безпеки ремонтного та обслуговуючого персоналу чи огорожувальними поручнями при роботі на капоті тепловоза.

Рама тепловоза повинна витримувати поздовжнє стискаюче зусилля, не менше ніж 2450 (250) кН (тс).

Конструкція кузова тепловоза має передбачати секційні знімні частини даху з ущільненнями, які забезпечують монтаж і демонтаж окремих вузлів, агрегатів та обслуговування кришок циліндрів. Капот над дизель-генератором повинен бути знімної конструкції. У бокових стінках кузова повинні бути передбачені двері, що забезпечують вільний доступ локомотивної бригади до обладнання для його огляду, технічного обслуговування та ремонту.

Кабіна машиніста, має бути зашклена з чотирьох сторін, максимально піднята над капотами, знаходиться в задній частині кузова тепловоза та бути визначальним фактором вибору руху. Бокові вікна кабіни, вікна та двері в передній і задній стінках кабіни повинні бути зашклені загартованим склом згідно з ГОСТ 5727 та обладнані електропідігрівом. Розміри кабіни та розміщення обладнання повинні бути розраховані на одночасну присутність трьох осіб. Внутрішні стіни кабіни повинні мати звукову та теплову ізоляцію. Кабіна машиніста повинна бути обладнана основним і допоміжним пультами керування з органами керування та контрольно-вимірювальними

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

приладами, контролером, монітором діагностики, комплексом збору параметрів руху, кранами машиніста, педаллю керування пісочною системою, клапанами (кнопками) керування тифоном і свистком, приводом ручного гальма, віброгасильними кріслами машиніста та помічника машиніста, калорифером, системою кондиціонування повітря, поїзною та маневровою радіостанцією, шафою для одяжі та інструменту, ручним вогнегасником, аптечкою, холодильником та електропіччю.

Для забезпечення надійної роботи пневматичної системи гальм на тепловозі повинен бути встановлений мотор-компресор. Продуктивність компресора, приведена до початкових умов, у разі кінцевого тиску 0,75 МПа, повинна складати не менше 5,25 м³/хв. Ємність головних повітряних резервуарів повинна бути не менше 1000 л. Регулятор тиску повинен забезпечувати відключення компресора під час підвищеного тиску в головних резервуарах до 0,88 МПа та включення компресора під час зниження тиску до 0,74 МПа.

Тепловоз повинен бути обладнаний:

- повітряним поїзним автоматичним гальмом з краном машиніста ум. № 394 або № 395М-3 та повітророзподільником ум. № 483М;
- повітряним локомотивним неавтоматичним гальмом з краном допоміжного гальма ум. № 254;
- живильною магістраллю.

Максимальна гальмівна потужність електродинамічного гальма повинна бути не менше 600 кВт.

Стоянкове гальмо повинно бути одноступінчате з ручним приводом на дві осі, мати пристрій, який сигналізує про загальмований стан тепловоза та утримання його на уклоні не менше 30 ‰. Момент сил, що прикладаються до важеля ручного гальма, не повинен перевищувати 100 Нм протягом усього терміну служби тепловоза.

Керування маневровим тепловозом повинно бути максимально автоматизованим.

Система керування повинна забезпечувати:

- автоматичний пуск силової установки (дизель-агрегата) з пульта керування машиніста;
- запуск дизеля в разі температури охолоджуючої рідини, мастила та палива не нижче ніж 8 °С;
- автоматичну зупинку силової установки у разі аварійних режимів (збільшення частоти обертання колінчатого валу дизеля більше допустимої, падіння тиску мастила в масляній системі в усьому діапазоні частоти обертання вала дизеля менше зазначеного в паспорті дизеля);
- реверсування руху;
- автоматичну підтримку температур води та мастила, що рекомендовані, на всіх режимах роботи дизеля;
- автоматичне прокачування мастила перед запуском і після зупинки;
- автоматичну підтримку тиску стисненого повітря в межах, що задані;
- автоматичну підтримку напруги допоміжного генератора в межах, що задані;
- автоматичну зарядку акумуляторної батареї.

Система керування тепловозом, сигнальні та запобіжні пристрої повинні забезпечувати можливість керування двома секціями з одного посту керування однією

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

особою. Система керування та регулювання електропередачею сумісно з електронним регулятором повинна забезпечувати повне використання вільної потужності дизеля та передбачати аварійне збудження у разі відмови основної системи регулювання, можливість відключення несправних тягових двигунів з відповідним зниженням потужності та можливість перевірки зовнішньої характеристики тягового генератора в одній точці при навантаженні дизель-генератора на гальмівні резистори.

Система керування та регулювання електропередачі повинна забезпечувати автоматичне заміщення електродинамічного гальма у разі його відмови пневматичним гальмом, виключати роботу електричного гальма у разі наповнення гальмівних циліндрів повітрям тиском (0,127 – 0,147) КПа та виключати роботу електродинамічного гальма в режимі екстреного гальмування.

Апаратура системи керування та регулювання має бути переважно безконтактною та виконана у виді функціональних блоків касетного типу, бути захищеною від попадання пилу та вологи.

Система контролю повинна забезпечувати наявність інформації про роботу:

1) систем тепловоза (тиск в гальмівному контурі, напруга акумуляторної батареї, включення габаритних вогнів, швидкість тепловоза, шлях, який пройдено);

2) дизеля та його систем (миттєва витрата палива, середня витрата палива за поїздку, рівень палива в баку, тиск палива, температура охолодженої рідини, температура відпрацьованих газів, температура мастила, тиск мастила, частота обертання колінчатого вала, забруднення повітряного фільтра);

3) електричних машин (сила току головного генератора, напруга тягових двигунів).

Тепловоз повинен бути обладнаний двома звуковими сигнальними пристроями – великої гучності (тифон) й малої гучності (свисток). На кожній лобовій частині тепловоза повинно бути встановлено один тифон і свисток. На торцевих частинах тепловоза повинні бути встановлені прожектор і два сигнальних буферних ліхтаря (з правої та лівої сторін). Буферні ліхтарі повинні подавати сигнали білого та червоного кольору. Прожектори повинні мати два режими роботи: "ТМЯНО" і "ЯСКРАВО". На капоті тепловоза повинен бути встановлений пробісний маячок помаранчевого кольору.

Кабіна машиніста, пульт керування мають бути обладнані світловою сигналізацією, яка інформує машиніста про досягнення контрольних граничних параметрів системами та вузлами тепловоза або спрацюванні захисних пристроїв. Із зовнішньої сторони кабіни повинні бути розміщені сигнальні лампи покажчиків місця знаходження машиніста з правого та з лівого боку.

Тепловоз має бути обладнаний попереджувальною сигналізацією у разі зниження рівня води у розширювальному баку нижче допустимого рівня та зниження рівня дизельного палива у баку нижче допустимого рівня, системою пожежної сигналізації.

Тепловоз повинен бути обладнаний системами захисту:

- від перевищення частоти обертів колінчастого вала дизеля двома незалежними пристроями;
- перегріву води та мастила;
- від перевищення тиску в картері дизеля;
- від зниження тиску мастила в мастильній системі;
- від зниження тиску повітря в гальмівній магістралі, обривів гальмівної магістралі;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- від відкриття дверей високовольтної камери;
- від екстреного гальмування;
- від спрацювання захисту випрямної установки;
- від перевищення максимальної швидкості маневрового режиму більше 1,1;
- для виявлення, сигналізації та припинення буксування;
- від максимально допустимого току якорів і току збудження тягових електродвигунів у режимі електричного гальмування;
- від наявності парів алкоголю в кабіні машиніста (автоматичне скидання навантаження дизеля).

Тепловоз повинен бути обладнаний мікропроцесорною системою діагностики. Система діагностики повинна забезпечувати безперервний автоматичний контроль параметрів технічного стану систем, вузлів та агрегатів тепловоза в процесі експлуатації та в умовах стаціонарного обслуговування.

Інформація про стан основних вузлів повинна відображатися на дисплеї, який встановлено на пульті машиніста, в графічному вигляді. Система діагностики повинна забезпечувати накопичення інформації та можливість її зчитування на інші носії.

Тепловоз повинен бути обладнаний:

- електронним швидковимірником з фіксацією параметрів швидкості, напрямку руху та пройденого шляху, часу знаходження в русі, сигналів що подаються;
- системою вимірювання витрати палива;
- супутниковою системою визначення координат тепловозу (на бажання замовника);
- автоматизованою системою управління маневровою роботою: відео спостереження та визначення відстані при стикуванні тепловозу з составом (на бажання замовника);
- системою передачі по радіоканалу інформації з тепловозу до диспетчерського пункту (координат тепловозу, витрат палива, діагностичної інформації тощо) (на бажання замовника);
- колієочищувачами;
- пісочною системою;
- системою порошкового пожежогасіння (для дизельного приміщення);
- системою пожежогасіння аерозольного типу (для кабіни машиніста);
- глушником-іскрогасником;
- розеткою для підзарядки акумуляторної батареї від зовнішнього джерела;
- розеткою для вводу тепловоза в депо;
- розетками для підключення переносних ламп;
- системою підігріву палива, яке поступає в дизель, до температури не менше 283К (10 °С), при температурі навколишнього середовища менше 281К (8 °С);
- тепловим захистом паливного бака та головних резервуарів при короткочасних зупинках біля джерел тепла (на бажання замовника);
- системою дзеркал для двосторонньої видимості під час обслуговування тепловоза однією особою;
- системою кондиціонування повітря;

Типове розміщення уніфікованих систем локомотивної електроніки наведено на рисунку 1.

Тепловоз повинен бути обладнаний електричним пристроєм підігрівання водяної та масляної систем дизеля з підключенням від зовнішнього джерела напруги, напругою 220 (380) В., засобами, які запобігають падінню на залізничну колію вузлів та деталей, що розміщені під кузовом тепловоз, та бути укомплектований накоточними башмаками.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

При виготовленні тепловоза повинні застосовуватися уніфіковані та стандартизовані вузли такі як органи та прилади управління, сидіння машиністів, склоочисники, тифони, агрегати опалення, холодильник для продуктів, аптечка, попільниці тощо. Складові одиниці та деталі, які підлягають заміні при експлуатації та ремонті повинні бути взаємозамінними. Рівень уніфікації повинен складати не менше 50 %.

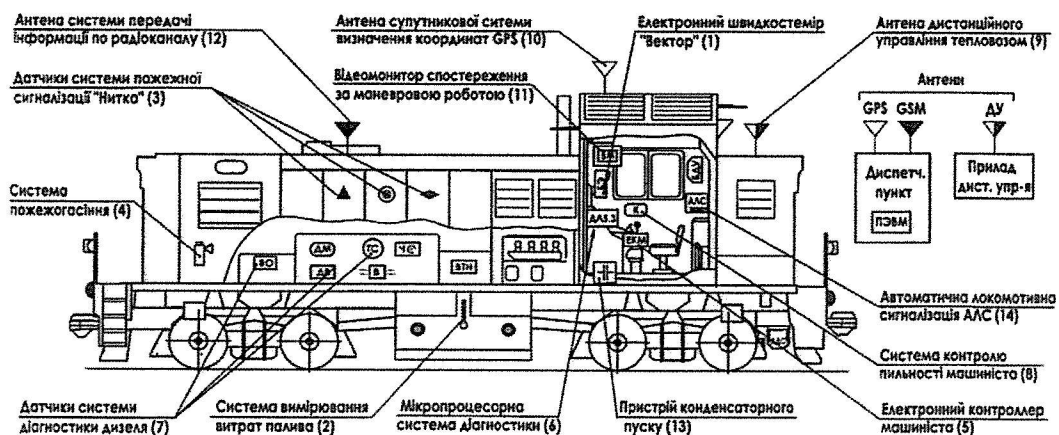


Рис 1. Типове розміщення уніфікованих систем локомотивної електроніки

Призначений термін служби тепловоза до його списання повинен складати не менше 30 років. Середнє напрацювання на відмову - не менше 1000 годин.

Показники надійності та довговічності тепловоза та його складових частин повинні відповідати наведеним значенням у табл. 1.

Таблиця 1. Показники надійності та довговічності тепловоза та його складових частин

Тепловоз	30 років (210000 год) при середньорічному напрацюванні 7000 годин
Дизель	30 років
Рама, кузов тепловоза	30 років
Візок	75000 годин
Допоміжне обладнання тепловоза	20000 год
Електрообладнання:	
- тягові електричні машини	30 років
- електричні апарати та електронні пристрої	15 років
Акумуляторна батарея	8 років
Конденсаторна система запуску дизеля	12 років

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Технічні вимоги пропонується покласти в основу подальших науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт при створенні нових маневрових тепловозів більшої потужності для залізниць промислового транспорту України.

Виконання подальших досліджень обумовить необхідність вирішення ряду питань інноваційного плану, зокрема, конструкції візків, електродинамічним гальмом, протиюзовими пристроями, впровадження базової системи електроніки, більш ефективною системою витрат палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технічні вимоги до маневрового тепловозу промислового транспорту
2. ГОСТ 24790-81 Тепловозы промышленные. Общие технические условия
3. ГОСТ 12.2.056-81 Электровозы и тепловозы колеи 1520 мм. Требования безопасности.
4. ГОСТ 9238-83 Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм.