Ing. Josef Holý

Stručný technický popis elektrické universální lokomotivy řady E 499.0

DOPRAVNÍ NAKLADATELSTVÍ • 1958

Vydáním této brožury chceme odstranit nynější nedostatek literatury o elektrické lokomotivě. Zevrubný popis elektrické universální lokomotivy řady E 499.0, zpracovaný kolektivem závodů V. I. Lenina v Plzni a ministerstvem dopravy, převzatý do předpisu ČSD — V 12 pod názvem „Technický popis elektrické universální lokomotivy řady E 499.0" a vydaný ministerstvem dopravy roku 1956 pro úřední potřebu je rozebrán a chystané přepracované vydání, obsahující zlepšení a změny v zařízení elektrické lokomotivy není ještě připraveno pro tisk.

Brožura je určena všem zaměstnancům Československých státních drah, kteří pracují se zařízením elektrické vozby a všem, kteří mají zájem o pokrok v železniční dopravě.

ELEKTRICKÁ LOKOMOTIVA ŘADY E 499.0

Všeobecné

Doprava je neoddělitelnou součástí výrobního procesu. Ve státě, který buduje socialismus musí doprava tím více působit jako nezbytný článek výroby a musí plnit svou funkci v souladu s ekonomickými zákony socialismu. Aby tuto odpovědnou funkci mohla plnit, musí se doprava a její zařízení trvale vyvíjet a technicky zdokonalovat. V celkové dopravě se kladou největší požadavky na dopravu železniční. V druhé pětiletce má přeprava na železnici vzrůst zhruba o pětinu. Tento nápor by se těžko mohl zvládnout bez modernisace, zvláště však bez elektrisace železniční dopravy, t. j. bez postupného převádění nehospodárného parního provozu na provoz elektrický. Je to úkol, který pro naši železniční správu vyplývá i ze směrnic ÚV KSČ, podle nichž je nutno uvést v druhé pětiletce do provozu dalších 750 km elektrisovaných tratí na úsecích Ústí nad Labem - Česká Třebová - Valašské Meziříčí, pokračováním trati Žilina - Spišská Nová Ves - Košice, dále Praha - Kolín nad Labem a Hranice - Bohumín. Elektrisace drah má své technické a hospodářské oprávnění za určitých dopravních podmínek, které jsou dány hlavně hustotou dopravy a energetickou možností.

Vzhledem k tomu, že se elektrisují železniční dopravní tepny s intensivní dopravou, je volba stejnosměrného systému 3000 V výhodná i s hlediska hospodářského. Při husté dopravě, jako je na př. na naší trati z Prahy do České Třebové a dál do Bohumína a na Slovensku ze Žiliny přes Poprad do Spišské Nové Vsi a dál do Košic, je elektrická vozba nejen provozně, ale i energeticky výhodnější než dieselelektrická vozba. Elektrisace našich drah hluboce zasáhne téměř do všech oborů technické a hospodářské činnosti ČSD a do jiných oborů našeho národního podnikání, zejména pak do hospodaření uhlím a elektricku energií, do výroby strojírenské, elektrotechnické atd. Železnice s více než stoletou provozní tradicí dospěly dnes k nejvyššímu stupni pravidelnosti v dopravě; k tomuto stupni dokonalosti se v železničním provozu nedošlo náhle, nýbrž postupným vývojem, který šel souběžně všude tam, kde byla železnice zavedena. Bylo třeba vyvíjet techniku výstavby nejen jízdní dráhy samé pro velké rychlosti a velké váhy lokomotiv i železničních vozů, nýbrž i mostové konstrukce, tunely, kolejnice a sdělovací a zabezpečovací zařízení.

Rozšířením a zdokonalováním železniční dopravy bylo umožněno normalisovat styčné prvky železnic, t. j. jízdní dráhy (rozchod kolejnic, vozový a lokomotivní obrys), spřáhla, nárazníky, přechodové můstky, brzdy, topení, vstupu atd. Tato normalisace je vázána v Evropě na ujednání železničních správ sdružených v Mezinárodní železniční Unii (UIC) a výsledky její jsou obsaženy i v Pravidlech technického provozu našich železnic (PTPŽ). Přesto, že vážou železniční správu na dlouhá léta na určité obrysy vozidel a konstrukci důležitých součástí, umožňují dalekosáhlý technický vývoj a pokrok v dopravnictví, jakým je i elektrický provoz na železnicích.

Elektrická vozba je dnes rozšířena na drahách všech světadílů. Rozšířila se v kolejové dopravě takovou měrou, že se jí dnešního dne používá všeobecně v městské dopravě (předměstské dráhy a dráhy podzemní nebo trolejbus), dále na drahách důlních a závodních. Na hlavních drahách se elektrická vozba provozuje a zavádí z důvodů dopravně technických a energeticko-hospodářských. Podle zkušeností, které jsou dnes potvrzeny dlouholetými výsledky, je elektrická vozba výhodná na tratích s mnoha rozjezdy a přitom s velkou cestovní rychlostí se špičkovými návaly v určitých dobách denních a týdenních, čímž se zejména vyznačují dráhy v okolí velkých měst. Jde o tak zv. předměstskou dopravu. Praha je jedno z posledních velkých měst, které nemá rychlou dopravu předměstskou. Dále je výhodná na tratích se značnou specifickou spotřebou paliva na tunový kilometr, jak tomu je při velmi husté dopravě nebo na tratích s velkým stoupáním a konečně na tratích v oněch zemích, které uhlí nemají a jež uhlí musí dovážet.

Elektrickým provozem se urychlí doprava a zvýší dopravní výkonnost trati. Lze jím lépe a hospodárněji využít paliv než při parní vozbě a zužitkovat přírodní zdroje, jako jsou vodní síly.

Pokud jde o bezpečnost provozu, lze při soustavné elektrisaci státu odebírat elektrickou energii pro trakci z mnoha zdrojů na sobě nezávislých. Spojovací vedení mezi jednotlivými elektrárnami zabezpečují dodávku proudu i při vyřazení některé z nich z provozu. Elektrická napájecí vedení podél elektrisovaných tratí spojuje jednotlivé podružné stanice. Musí-

me ještě podotknout, že porušení trolejového vedení lze opravit obvykle mnohem rychleji než poruchu kolejového svršku nebo dokonce spodku železniční trati. Ambulantní měnírny pak nahradí velmi rychle defektní měnírnu.

Důvody, které přivedly téměř všechny evropské státy i mnoho států zámořských k zavedení elektrického provozu na železnicích, se v jednotlivých zemích a státech různily. Lze však je shrnout podle několika rozhodujících důvodů zásadního rázu a rozdělit je na tyto dvě hlavní skupiny:

1. provozní důvody,
2. hospodářské důvody.

Železniční provoz vyžaduje velmi proměnlivý výkon hnacího vozidla. Při rozjezdu a při jízdě do stoupání je potřebný výkon mnohem větší než při jízdě ustálenou rychlostí na rovině. Před rozjezdem a za jízdy musí být výkon vždy zajištěn, a proto musí být v kotli parní lokomotivy vždy určitý tlak páry a její topeniště udržováno v pohotovosti. To však vyžaduje nejen stálou obsluhu kotle a topeniště, ale způsobuje i velké tepelné ztráty, které zmenšují tepelnou účinnost parních lokomotiv přesto, že jsou dnes moderní parní lokomotivy velmi dokonalé. Při tom je celkové, t. j. časové využití výkonnosti parních lokomotiv malé. Kalorická hodnota spotřebovaného uhlí v železničním provozu je jen o málo větší než hodnota uhlí spotřebovaného v parních elektrárnách.

Výkon parní lokomotivy je omezen výkonem jejího kotle. Je-li tedy parní lokomotiva dimensována na př. na výkon 3000 k, je to její výkon maximální a tato lokomotiva nemůže nikdy dát výkon větší. U elektrické lokomotivy je tomu jinak. Elektrická lokomotiva si odbírá elektrickou energii z troleje podle potřeby. Může proto elektrická lokomotiva dimensovaná na 3000 k vyvinout — ovšem krátkodobě — výkon podstatně vyšší, omezený jedině dovoleným ohřátím trakčních motorů.

Parní stroj sám o sobě je po stránce tepelné poměrně nedokonalým zařízením, což se projevuje zvláště u parních lokomotiv, které pracují v provozu s průměrnou tepelnou účinností 6 % a 7 %. Tepelná účinnost elektráren s moderními parními turbinami je čtyřikrát tak veliká. Pohání-li se vlaky na železnicích elektřinou vyrobenou v tepelných elektrárnách, vzniká tím úspora uhlí ve výši 60 % až 70 %.

Elektrisace drah přináší hospodářský užitek při dopravní hustotě 3,5 mil. tkm/km u tratí jednokolejných a 6 mil. tkm/km u tratí dvojkolejných. Při těchto dopravních hustotách je elektrický provoz levnější než provoz parní a zúročí a umoří celý kapitál investovaný do elektrického zařízení. Při větší dopravní hustotě se kromě toho sníží také skutečné provozní náklady.

Elektrisace drah přináší kromě finančního užitku značnou úsporu uhlí, neboť i kdybychom potřebnou elektrickou energii vyráběli v kalorických elektrárnách, ušetřili bychom na každém milionu tunových kilometrů 65 t uhlí. To znamená, že kdybychom elektrisovali **všechny** tratě ČSD, které jsou svou dopravní hustotou vhodné pro elektrisaci, spotřeba uhlí za rok by klesla proti parnímu provozu ze 4,5 milionu t uhlí asi na 2 miliony, což by činilo úsporu asi 260 mil. Kčs ročně. K tomu je třeba ještě říci, že uhlí dříve sloužilo výlučně jako zdroj energie buď tepelné nebo mechanické. Dnes však je samo o sobě cennou surovinou a výchozí hmotou pro výrobu nejrůznějších látek. Proto je zřejmé, že rozšířeným použitím uhlí jeho skutečná hodnota značně stoupla. Kromě toho je uhlí pro naše hospodářství velmi cenným vývozním artiklem. Z toho vyplývá i povinnost, abychom využili všech energetických zdrojů, které nám příroda dává. Část elektrické energie se dnes již vyrábí ve vodních elektrárnách. Každá kilowatthodina vyrobená z vody, které se použije na drahách při elektrické trakci pro dopravu vlaků, ušetří 3 až 4 kg uhlí. Proto by elektrisace tratí ČSD podle rozšířeného programu výstavby výkonných vodních děl přinesla ještě další úsporu uhlí.

Elektrický provoz přináší podstatné zlepšení jak ve směru dopravním, tak i v energetickém, třebaže se na elektrickou vozbu kladou velmi vysoké požadavky co do výkonnosti elektrických lokomotiv, rychlosti, spolehlivosti a energetické hospodárnosti.

Hlavním znakem elektrické vozby je elektrická lokomotiva sama, která na rozdíl od jiných druhů hnacích vozidel nevozí s sebou palivo jako nositele energie a nezpracovává je na mechanickou trakční práci, nýbrž dostává potřebnou energii přívodním vedením (trolejí) stále a v požadovaném množství k napájení trakčních motorů ve vozidle. Jak jsme již řekli, potřebná přeměna energie z přírodních zdrojů, na př. z uhlí nebo z jiného paliva, z vodních spádů a v budoucnu i štěpením hmoty se děje v elektrických centrálách ve velkých strojových jednotkách hospodárněji a s vynaložením nepoměrně méně práce než v lokomotivách.

Elektrická lokomotiva se vyznačuje velkým výkonem svých trakčních motorů připadajících na jednotku váhy lokomotivy (kW/t), který je u rychlíkových lokomotiv až trojnásobný v porovnání s lokomotivami parními. Konstruktivní řešení elektrických lokomotiv prodělává od první výstavby elektrického trakčního vozidla a jejího praktického upotřebení v provozu stálý vývoj; jeho hlavními znaky jsou: výkon, tažná síla a rychlost. Nejstarší elektrické lokomotivy se stavěly se spřaženými nápravami a s běhouny; časem se

od tohoto uspořádání náprav upustilo a přešlo se k lokomotivám s individuálním pohonem, při kterém každá hnací náprava má svůj trakční motor. Jednotlivý pohon hnacích náprav trakčními motory umožňuje konstruktérům stavět elektrické lokomotivy bez vodicích náprav (běhounů) až do nejvyšších rychlostí. Může tedy být celé váhy lokomotivy využito při trakci k adhesi, čímž vznikají nemalé váhové úspory na těchto trakčních vozidlech. Tuto zásadu využití celkové váhy lokomotivy jako váhy adhesní také továrny při stavbě elektrických lokomotiv uplatňují. Proto se dnes staví hlavně elektrické lokomotivy podvozkové. Konstrukčními úpravami s tím spojenými se sledovalo současně snížení celkové váhy lokomotivy při dodržení předepsaného nápravového tlaku. Tyto úspory na váze se získávají elektrickým svařováním, které nahradí nýtování. Snížení váhy je nejlépe vidět ze specifické váhy na jednotku výkonu.

Elektrická lokomotiva řady E 467.0 z roku 1927 měla 65 kg specifické váhy na 1 kW výkonu; naproti tomu nová elektrická lokomotiva řady E 499.0 má pouze 33,3 kg specifické váhy na 1 kW.

Elektrická lokomotiva je k výkonu trvale pohotová, neboť odpadá zbrojení pohonnými látkami a přípravná doba před odjezdem, která trvá u lokomotiv parních několik hodin. Elektrickou lokomotivu není třeba otáčet ve směru jízdy, neboť je obousměrná. Moderní elekrické lokomotivy lze stavět i jako universální se širokým regulačním rozsahem jízdních rychlostí, takže je možno používat jich jak pro vlaky osobní a rychlíky, tak i pro vlaky nákladní.

Pro dopravu těžkých vlaků na velkých stoupáních lze elektrické lokomotivy zdvojovat a strojvedoucí je ovládá z jednoho místa mnohonásobným řízením, takže obě lokomotivy současně zabírají a mají stále stejné tažné síly. S hlediska trakčního tvoří elektrické lokomotivy spojené mnohonásobným řízením jednu lokomotivní jednotku. Počet lokomotiv, které lze takto spojovat a jichž lze současně využívat, je omezen pouze pevností táhla.

Velmi důležitý je vliv elektrické trakce na jízdní dobu. Rychlými rozjezdy a vyšší rychlostí při jízdě do stoupání se jízdní doba zkracuje, takže doprava se elektrickým provozem zrychluje průměrně asi o 25 až 30 %, a to bez zvyšování maximální rychlosti.

Jak vyplývá z trakční charakteristiky elektrického motoru, je výkonnost elektrické lokomotivy omezena pouze adhesí stroje. Adhesní koeficient je u elektrických lokomotiv vyšší než u lokomotiv parních. Pro parní dvouválcovou lokomotivu na suchých kolejích je nejvyšší adhesní koeficient 1/6, kdežto u elektrických lokomotiv byl naměřen až 1/3. U elektrické lokomotivy se potřebuje z provozních hmot pouze olej k mazání kluzných ploch ložisek a písek pro zvyšování adhese při rozjezdu nebo na stoupáních. Ložiska trakčních motorů jsou ponejvíce valivá s náplní maziva na dlouhou dobu; —převody ozubených kol jsou uloženy v olejové lázni. Celková spotřeba mazacího oleje u elektrických lokomotiv je pouze asi čtvrtina spotřeby oleje parních lokomotiv. Pro vyšší rychlost a okamžitou pohotovost elektrické lokomotivy je průměrný roční kilometrický výkon v elektrické trakci mnohem vyšší než v kterékoliv jiné železniční trakci. Z elektricky provozované vozby v zahraničí jsou známy případy, že roční výkon elektrické lokomotivy dosáhl až 280 000 km. Proto lze tvrdit, že jedna elektrická lokomotiva nahradí svou trakční výkonností, krátkou obratnou dobou a větším kilometrickým výkonem 2 až 2,5 lokomotivy parní. Menší počet potřebných elektrických lokomotiv je zase vyvážen vyšší pořizovací cenou. Zvláštní pozornost a péče se musí věnovat sběračům, jejichž kovové (měděné) kontaktní plochy smykadel (pravítka) podléhají opotřebení a musí se vyměňovat.

Vzhledem k tomu, že jednotlivý pohon hnacích náprav odpruženými trakčními motory nejen eliminuje vznik dynamických sil nevyváženými rotujícími hmotami dvojkolí, nýbrž i podstatně zmenšuje váhu na kolejnice, lze připustit u elektrických lokomotiv zvětšení nápravového tlaku až o 15 %, při čemž není třeba přestavovat železniční svršek. Jednotlivý pohon hnacích náprav odpruženými trakčními motory umožňuje při konstrukci volit u elektrických lokomotiv větší počet hnacích náprav v podvozkovém uspořádání s malým rozvorem.

Poněvadž při elektrickém provozu se kolejnice stávají součástí trakčního vedení, musí se pamatovat na to, aby na stycích kolejnic byly vodivé kolejnicové spojky. Jelikož trolejové vedení spolu se zpětným vedením kolejnicemi tvoří při elektrickém provozu vzduchový závit, vytvářející magnetické pole, které by indukovalo do venkovních sdělovacích vedení podél trati rušivé napětí, musí být u stejnosměrného trakčního systému k zamezení poruch ve sdělovacích zařízeních postaráno o zvětšení vzdálenosti vrchního sdělovacího vedení od trolejového vedení, anebo se musí sdělovací a zabezpečovací spoje kabelisovat.

Trolejové vedení je zavěšeno nad kolejemi v geometrické ose s určitou klikatostí. Aby styk sběrače lokomotivy s trolejovým vedením byl stálý, nesmí se tato poloha troleje za žádných okolností měnit a musí se stále kontrolovat, neboť polohy koleje a trakčního vedení jsou na sobě pevně vázány. Vzhledem k elektrisaci hlavních tratí s nejintensivnější dopravou je stejnosměrná soustava 3000 V, v které ČSD provádí elektrisaci, vhodná; umožňuje umístění podružných stanic (měníren) na vzdálenost asi 20 až 22 km. Proudový systém 3000 V jest napájen ze všeužitečné sítě VVN, která napájí přes transformátory jmenované podružné stanice (měnírny).

Mechanická část lokomotivy

Pro dopravu vlaků na našich nyní elektrisovaných hlavních tratích byla na podkladě železniční správou daných parametrů a požadavků dopravy vykonstruována elektrická universální lokomotiva o uspořádání náprav podle normy Mezinárodní Unie železniční (UIC) Bo'Bo' řady E 499.0.

Elektrická lokomotiva řady E 499.0 je jak svým zevnějškem a tvarem, tak i svým vnitřním uspořádáním moderní koncepce (obr. 1). Její konstruktivní řešení je dílem pracovníků závodu V. I. Lenina, národního podniku v Plzni-Doudlevcích, ve spolupráci s firmou SLM Winterthur a Sechêron ve Švýcarsku. Při vytváření projektu pracovníci Leninových závodů nejprve uvažovali o dvou různých lokomotivách, a to pro vlaky osobní a rychlíky a pro vlaky nákladní. Později však byly návrhy obou druhů lokomotiv sjednoceny a byl vytvořen typ lokomotivy universální. Jmenovité napětí, pro které je lokomotiva stavěna, je 3000 V stejnosměrného proudu. Nejvyšší napětí, při němž musí elektrická lokomotiva jezdit, je 3600 V a nejnižší napětí je 2000 V.

Lokomotiva je navržena jako čtyřnápravová se dvěma podvozky. Při nápravovém tlaku 20 t na nápravu je celková váha lokomotivy 80 t (obr. 2, 3, 4), u pozdější výrobní série 82 t.

Mechanická část lokomotivy je provedena podle zásad lehké konstrukce. Lokomotivní skříň je samonosná s nosným spodním rámem. Všechny nosníky lokomotivní skříně i obou podvozků jsou vytvořeny z ohýbaných a svařovaných ocelových plechů. Váha lokomotivy byla snížena i použitím ústředního kontroléru a omezením počtu přístrojů na nejnutnější potřebu pro zajištění bezpečného provozu. Skříň má na obou svých koncích strojvůdcovská stanoviště, do nichž je přístup zvenčí dveřmi po levé straně ve směru jízdy. Zbývající prostor lokomotivní skříně mezi oběma strojvůdcovskými stanovišti je strojovna, která je rozdělena na tři části: nad oběma podvozky jsou na zvýšené podlaze ventilátorová a kompresorová soustrojí s nabíjecím dynamem, jakož i měnič směru jízdy. Uprostřed lokomotivní strojovny, v t. zv. prostoře vysokého napětí, uzavřené se všech stran, jsou umístěny všechny přístroje vysokého napětí: hlavní vypinač, hlavní kontrolér, stykače, pojistky, relé, děliče napětí atd. Prostor vysokého napětí je přístupný dveřmi, které při otevření spustí oba lokomotivní sběrače, čímž se celá lokomotiva zbaví napětí. Po obou stranách strojovny jsou chodby přístupné dveřmi v zadní stěně stanovišť (obr. 4a).

Sběrače

Na střeše lokomotivy jsou namontovány dva pantografové sběrače proudu dálkově pneumaticky ovládané, stavitelné na tlak 8 až 12 kg v celém pracovním rozsahu 4800 až 6000 mm. Pohánějí se tlakovzdušným válcem a pružinami (obr. 5, 5a a 6). Nahoru se sběrače zdvihají stlačeným vzduchem, dolů jdou sběrače pružinami. Se stanoviště strojvedoucího se sběrače ovládají elektromagneticky. Aby bylo možno zdvihnout sběrače při uvedení lokomotivy do provozu, je ve strojovně lokomotivy namontován motorkompresor, napájený z akumulátorové baterie 48 V, nabíjené nabíjecím dynamem, který naplní stlačeným vzduchem pomocnou jímku pro sběrače. Sběrače musí snímat proud při plném výkonu lokomotivy až do rychlosti 140 km/h při výšce troleje 4900 mm až 6000 mm nad horní hranou kolejnice. V zaklesnutém stavu nesmí sběrače přesahovat vozidlový obrys parních lokomotiv. Každý sběrač váží 312 kg. Kromě sběračů jsou na střeše umístěny dva nožové odpojovače (pro každý sběrač) a uzemňovač pro bezpečné uzemnění celé lokomotivy. Všechny tyto přístroje jsou ovladatelné z chodby ve strojovně (obr. 6a).

Rozjezdové odpory

Rozjezdové odpory se skládají z litinových článků odlitých ze speciální litiny o specifickém odporu 0,86 ohmů mm^2/m uložených ve dvaceti skříních (obr. 7, 8). Článků je celkem 10 druhů, lišících se průřezy. Jsou umístěny ve střeše lokomotivy mezi oběma sběrači (obr. 9, 10). K usnadnění montáže elektrických přístrojů a strojů ve strojovně je střecha rozdělena. U lokomotiv E 499.0 první výrobní série je složena ze čtyř odnimatelných dílů, další výrobní série z pěti odnimatelných dílů. Vzhledem k váze rozjezdových odporů uložených na střešní konstrukci, jsou boční stěny ve strojovně odlehčeny šesti dutými plechovými sloupy, zakotvenými v lokomotivním rámu (obr. 11). Rám lokomotivy tvoří dva podélné uzavřené nosiče z ohnutých plechů o tloušťce 5 mm u první a druhé výrobní série této lokomotivy a o tloušťce 7 mm u další výrobní série (obr. 12 a 13). Oba konce podélných nosičů jsou spojeny výztužnými čely pro uložení tažného a narážecího ústrojí a upevnění nárazníků (obr. 14). Příčníky rámů jsou rovněž plechové, skříňového tvaru. Podélné skříňové nosníky přenášejí veškeré tažné i tlakové síly, pocházející od nárazníků a tažného ústrojí. Síly kolmé k ose kolejnice vzniklé od horizontálních impulsů mezi vozidlem a kolejnicí se přenášejí do rámu podvozku.

Rám podvozku

Rám podvozku má obdélníkový průřez vytvořený ze svařených ocelových plechů vylisovaných do tvaru U. Rovněž i příčná výztuha rámu podvozku, sloužící k upevnění otočného čepu, jež tvoří současně nosič trakčních motorů a převodní skříně je vytvořena podobně. Tažná síla z podvozku se přenáší do rámu lokomotivní skříně vahadlovým nosníkem, který je veden pod střední příčkou podvozku na cylindrickém otočném čepu, pevně vetknutém do příčky podvozku. Vahadlový nosník přenáší tah a rázy rovnoběžně s osou kolejnic, spojovací příčník zprostředkuje přenášení příčných sil k ose kolejnic. Mezi podvozky je namontována příčná spojka, která zaručuje tangenciální nastavení podvozků při projíždění oblouky (obr. 15). Uspořádání vahadlového nosníku dovoluje hluboké čtyřbodové uložení lokomotivní skříně na podvozcích, které připouští její měkké odpérování.

Ložiska

Ložiska hnacích náprav jsou válečková, dvouřadová, naklápěcí s tukovým mazáním, uložená v ložiskových domcích. Vedení ložiska jsou utvořena dvěma cylindrickými, přesně opracovanými dutými čepy, zalisovanými do rámu podvozku. Válcové spodní části čepů, pohybují se v bronzových vodicích pouzdrech, která jsou spodem uzavřena a tvoří nádržky pro olej. Na bronzových vodicích pouzdrech jsou nalisovány pryžové tlumiče (silentbloky). Tlumiče jsou pryžové duté válce, vložené mezi kovová pouzdra (obr. 16).

Vlivem tažné síly se odlehčí u každého podvozku přední náprava. Nerovnoměrné rozdělení nápravových tlaků při tažných silách na háku, projevující se tímto odlehčením předních náprav obou podvozků ve směru jízdy, vyrovnává samočinně elektropneumatické vyrovnávací zařízení. Vliv těchto odlehčovacích sil je vyrovnáván u lokomotivy řady E 499.0 vyrovnávacími válci, kterými se vyvine přídavný tlak na přední nápravy podvozků. Tlakové válce jsou vmontovány vertikálně do rámu lokomotivní skříně. Na každý podvozek působí dva válce, jeden vpředu a jeden vzadu. V činnost se uvede vždy jen přední válec každého podvozku (obr. 16a).

Při klouzání hnacích kol upozorní strojvedoucího zvláštní skluzové relé elektrické protiskluzové ochrany, založené na diferenciálním principu varovným houkáním, aby vypnul trakční proud. Kdyby snad tohoto upozornění nedbal a proklouzávání trvalo nebo se zvětšovalo, vypne mu toto relé hlavní vypinač.

Dvojkolí

Dvojkolí, jejichž průměr kol činí 1250 mm, nemají v axiálním směru prakticky žádný posuv a mohou se pohybovat pouze ve vertikálním směru. Jelikož ložisko ve vertikálním směru má dráhu přesně vymezenou, vyrovnávají se výkyvy náprav v naklápěcím válečkovém ložisku.

Trakční motory

Nová koncepce elektrické lokomotivy si vyžádala novou koncepci trakčního motoru a také převodu jeho točivého momentu na oběžná kola. Lokomotiva má čtyři trakční seriové motory šestipólové bez kompenzačního vinutí s komutačními póly, dimensované pro silné zeslabování magnetického pole. Každé dvojkolí má individuální pohon zvláštním trakčním motorem. Motor byl navržen jako seriový na poloviční trolejové napětí (dva motory trvale v serii). Samotný motor váží 5100 kg, což znamená asi 6,4 kg na 1 k hodinového výkonu. Motor má jednodílnou kostru, odlitou z ocele. Jádra hlavních pólů jsou složena ze železných plechů tlustých 1 mm (obr. 17, 18, 19, 20, 21, 22).

Jádra pomocných pólů jsou z masivního železa. Vinutí hlavních a pomocných pólů je z měděných pásů, isolovaných mezi sebou asbestovou páskou. Kartáčové držáky jsou tříkomůrkové z lité mosazi. Tlačná pera jsou spirálová a slouží pro regulaci tlaku na uhlíky, které mají armaturu s přívodnými lanky a kabelovými očky pro zajištění bezpečného přechodu proudu.

Vinutí rotoru, jakož i statoru je provedeno podle třídy „B" s nerostnou isolací. Kolektor je složen z měděných lamel, od sebe oddělených kalibrovaným mikanitem (obr. 23, 24, 25, 26).

Motor je pevně posazen na podvozek. Rám podvozku, a tedy i motor jsou pružně uloženy na spirálových pružinách ložiskových domků náprav.

V každém z obou podvozků lokomotivy jsou dva trakční motory, každý na 1500 V, trvale spojené v serii. Každá skupina motorů je chráněna nadproudovou ochranou, která vypne hlavní vypinač, jakmile proud motorové skupiny dostoupí 650 A. Obě skupiny se řadí buď tak, že jsou všechny čtyři trakční motory spojeny v serii, tedy za sebou nebo paralelně, při kterém dva a dva motory jsou za sebou a obě skupiny motorů vedle sebe. Hodinový výkon jednoho trakčního motoru je 585 kW při 595 ot/min., trvalý výkon 525 kW při 635 ot/min. Motory jsou zkoušeny na 8750 V proti kostře (zemi) střídavým proudem.

Hodinový výkon lokomotivy na hřídeli trakčních motorů při napětí 3000 V a plném budicím poli je 2340 kW při rychlosti asi 56 km/h a poloojetých obručích Ø 1210 mm. Trvalý výkon lokomotivy na hřídeli trakčních motorů při napětí 3000 V a plném budicím poli je 2100 kW při rychlosti asi 63 km/h a poloojetých obručích. Při uvedených výkonech dovolená teplota vinutí trakčních motorů nesmí přesahovat mez 120 °C až 130 °C podle předpisu ESČ — 1950 hlava XV „Elektrická vozba" (obr. 27, 28, 29).

Pro konstrukci a zkoušky platily podmínky vzešlé z usnesení subkomise pro elektrickou trakci Mezinárodní Unie železniční (UJC), jakož i podmínka, že všechna pomocná zařízení zapojená na 3000 V musí spolehlivě účinkovat i při jmenovitém trakčním napětí 1500 V (nejvyšší napětí 1800 V, nejnižší napětí 1000 V) na pražských nádražích a přilehlých traťových úsecích.

Vzhledem k značnému výkonu a váze trakčního motoru nebylo u lokomotivy použito tramvajového závěsu, při kterém je motor zavěšen na jedné straně na nápravě dvojkolí dvěma tlapovými ložisky a na druhé straně přes pružiny na příčníku podvozku, nýbrž trakční motor je uložen ve vypruženém rámu podvozku pevně tak, že dvěma patkami motoru je posazen na střední příčku podvozku a druhými dvěma patkami zavěšen na nosiči motoru umístěného nad hnací nápravou.

Spojka

U trakčních motorů pevně uložených v rámu není možný přímý přenos hnací síly od motoru na nápravu ozubeným soukolím, nýbrž musí se tak dít pružným zařízením, které dovoluje nápravě určitou volnost pohybu. U lokomotivy řady E 499.0 je toto pružné zařízení uloženo mezi motorem a ozubeným převodem a přenáší točivý moment motoru na hnací nápravu, bez jakéhokoliv vlivu na nosné pružiny. Tímto pružným zařízením je lamelová spojka soustavy Sechêron, která přenáší hnací sílu od trakčního motoru na nápravu. Je vložena do prostoru mezi koly (1350 mm), jehož je tím plně využito vlastním trakčním motorem s převodovou skříní a ozubeným soukolím. Je namontována na nápravě dvojkolí a spolu s ní prodělává všechny výkyvy. Aby točné síly vzniklé při jízdě do oblouku byly pokud možno nejmenší, jsou trakční motory stlačeny co možno nejvíce k těžišti podvozku. Pastorek ozubeného soukolí je uložen svým nábojem v převodové skříni na dvouřadých naklápěcích válečkových ložiskách; velké ozubené kolo je nalisováno na hnací nápravě dvojkolí. Převodová skříň s ozubeným soukolím je silné konstrukce, litá a uložená na náboj velkého ozubeného kola prostřednictvím dvojřadových naklápěcích válečkových ložisek. Na opačné straně je převodová skříň uložena na střední příčce podvozkového rámu. Účelem pružné spojky soustavy Sechêron je přenášet točivý moment trakčního motoru prostřednictvím kardanového hřídele na pastorek a přes velké ozubené kolo na dvojkolí. To se děje prostřednictvím hřídele rotoru trakčního motoru, který není hřídelem v obvyklém slova smyslu, nýbrž dutým tělesem s vyvedenými dutými čepy po jeho obou stranách. Dutý čep na straně kolektoru má na svém čele křížové ozubení s několika zuby ve dvou na sobě kolmých směrech. K tomuto čepu je namontována příčná ocelová deska, která má uprostřed vyvýšenou kruhovou plošku s křížovým ozubením, které přesně zapadá do ozubení na čele dutého čepu rotoru. Spojení mezi příčnou ocelovou deskou zvanou unašeč a tělesem rotoru je provedeno čtyřmi šrouby vrozích mezi ozubením.

Další součástí pružné spojky je kardanový hřídel vykovaný v celku se svým unašečem, který se svým tvarem podobá písmenu „T". Jeho horizontální část tvoří plochý unašeč a vertikální pak vlastní kardanový hřídel. Každý z unašečů má na svých koncích po třech otvorech, kterými procházejí upevňovací pouzdra se šrouby pro připevnění pružných ocelových lamel podobných pišk otům. Tyto lamely složené ve formě čtverce tvoří vlastní pružný element spojky. Točivý moment rotoru se přenáší přes jeho unašeč a čtverce, složené z osmi pružných lamel (vždy dvě lamely paralelně) na unašeč kardanového hřídele a tím na samotný kardanový hřídel prostrčený dutým tělesem rotoru a otvorem v unašeči připevněném k tělesu. Jak kardanový hřídel, tak i ostatní součásti lamelové spojky jsou vyrobeny z legovaných ocelí (obr. 30, 31, 32, 33, 34).

K úplnému využití adhesní váhy lokomotivy slouží samočinné elektropneumatické zařízení, které samočinně vyrovnává nerovnoměrné rozdělení nápravových tlaků vytvořením přídavných sil mezi podvozky a lokomotivní skříní, které jsou úměrny velikosti tažné síly na lokomotivním spřáhlu.

Chlazení motorů

Trakční motory a rozjezdové odpory jsou uměle chlazeny proudem vzduchu ze dvou ventilátorů. Každý ventilátor má výkon 300 m^3 vzduchu za hodinu a je poháněn motorem o výkonu 13 kW a napětí $\frac{3000}{2}$ V, tedy 1500 V. Každý ventilátor chladí dva trakční motory svého podvozku a přilehlou polovinu rozjezdových odporů. Oba ventilátorové motory jsou trvale spojeny v serii. Samočinné zařízení zvětší za rozjezdu množství chladicího vzduchu potřebného pro chlazení motoru a odporu. Teplotu trakčních motorů je třeba kontrolovat, již také z toho důvodu, je-li možno v daném okamžiku bez újmy na poškození a na životnosti trakčních motorů přetížit lokomotivu. Pro měření oteplení se použilo závislosti odporu měděného vinutí na teplotě, neboť s teplotou se odpor mědi zvyšuje (obr. 35, 36, 37, 38).

Pokud jde o měření oteplení rozjezdových odporů musíme nejprve říci, že odpory byly dimensovány na velké využití při vyšších teplotách. Pro měření oteplení je použito thermoelektrického teploměru; je to sonda s dvojkovem umístěná v těsné blízkosti odporových článků, takže je ohřívána proudem otepleného větracího vzduchu (obr. 39, 39a, 39b).

Motory ventilátorů současně pohánějí klínovými řemeny nabíjecí dynama, každé o výkonu 1500 W při 48 V pro nabíjení alkalické akumulátorové baterie o kapacitě 120 Ah při pětihodinovém vybíjení, z nichž se odbírá proud přes napěťový a proudový stabilisátor Křížík ERA pro napájení a ovládání řídicích, návěstních a osvětlovacích obvodů a přístrojů, jakož i pro instalovaný vařič a ohřívač vody na strojvůdcovském stanovišti (obr. 40).

Stlačený vzduch pro pneumatické přístroje a pro tlakovou brzdu obstarávají dvě na sobě nezávislá kompresorová soustrojí (obr. 41), skládající se každé z motoru o výkonu 12,5 kW při 2600 V, 5, 6 A a 2400 ot/min., který pohání přes ozubený převod pístový kompresor dvouválcový dvoustupňový, jehož válce jsou uspořádány ve tvaru V (obr. 42, 43). Každý kompresor má výkon 120 m^3/h při normálních otáčkách 700/min. Mohou pracovat současně nebo každý zvlášť. Zapínají se samočinně podle tlaku v hlavním vzduchojemu. Kompresorové motory se zapínají přes ohmický odpor trvale předřazený. Tento odpor trvale snižuje kolektorové napětí motorů a omezuje proudový náraz, vznikající při přímém zapínání kompresorových motorů na trolejové napětí. Jak ventilátorové, tak i kompresorové motory jsou jištěny pojistkami vysokého napětí a zapínají se elektromagnetickými stykači (obr. 44, 45).

Oboje motory jsou uloženy na pryžových tlumičích, aby se snížil hluk ve strojovně a tím i v celé lokomotivě.

Hlavní kontrolér

Lokomotiva řady E 499.0 je opatřena hlavním kontrolérem, který je ležatý, s pneumatickým motorem a ozubeným převodem na předním čele (obr. 46). Vačkové spinače se ovládají vačkami kotoučů namontovanými na společné hřídeli (obr. 47). Pro shášení elektrického oblouku jsou vačkové spinače opatřeny zhášecí cívkou. Každá zhášecí cívka se samostatně obsluhuje, což je důležité pro údržbu, neboť opálené dotyky je nutno čistit a pohyblivé součásti, páky, čepy a ozubená kola je třeba chránit před zadřením a rezavěním olejovým nátěrem. Otáčením vačkového kotouče se pohyblivý dotyk podle polohy vaček otvírá nebo zavírá, čímž se zapíná nebo vypíná proudový obvod (obr. 48).

Natáčení hlavního kontroléru je řízeno řídicím kontrolérem na každém stanovišti strojvedoucího (obr. 49). Kontrolér se skládá z kostry, hlavního válce, reservního válce a blokového elektromagnetického zařízení (obr. 50). Hlavní válec je otočný a uložen v samomazných pouzdrech. Horní konec volně otočné části je vyveden na ukazatel jednotlivých poloh, které jsou stavěny rohatkami, jež závorují blokovacími pákami jízdní stupně hlavního válce. Reservní válec se ovládá rukojetí stavitelnou do pěti poloh. Reservní klika je odnimatelná, avšak jen v nulové poloze. Řídicí kolo na řídicím kontroléru je vybaveno ukazatelem, který se po doběhnutí nastavené polohy překrývá s ukazatelem polohy hlavního kontroléru. Seriové spojení obsahuje 24 stupňů, paralelní spojení 9 stupňů. Celkem je tedy 33 rozjezdových stupňů. Poslední stupeň (seriový) 24 a (paralelní) 33 jsou stupně hospodárné, kdy všechny rozjezdové odpory jsou vyřazeny. Rozsah hospodárné jízdy je zvětšen při obou spojeních shuntovacími stupni, na nichž se seslabuje budicí proud v hlavních magnetech trakčních motorů a zvyšují se tak jejich otáčky. Tyto shuntovací stupně jsou u seriového spojení 4 a na paralelním spojení je jich 6. Má tedy hlavní kontrolér celkem 43 jízdních stupňů, z čehož je 12 stupňů hospodárných, t. j. takových, na nichž se může trvale jezdit.

Uzemňovače

Poněvadž účinky elektrického proudu na valivé plochy jsou zhoubné a jelikož pro obvod elektrického proudu zpět se používá kolejnic jako druhého pólu, jsou všechny zemní svody trakčních i pomocných obvodů 3000 V vedeny k uzemňovačům isolovanými vodiči vytvořenými jako uhlíkové sběrače na všech čtyřech čelech náprav (obr. 51). Aby se pak při poruše nedostaly proudy vzniklé v obvodu vysokého napětí přes lokomotivní rám nebo rám podvozku do nápravových ložisek, je celé dvojkolí lokomotivy s nápravovými ložisky odisolováno od rámu podvozku a proud se vede z každého podvozku do uzemňovače; lokomotiva má celkem takových uzemňovačů šest (obr. 52).

Proti eventuálnímu přepětí je lokomotiva chráněna bleskojistkou umístěnou na střeše lokomotivy a kondensátorem v komoře vysokého napětí ve strojovně (obr. 56a).

Pro spolehlivý provoz elektrické lokomotivy je důležitá správná činnost pomocných pohonů, jejichž ovládání je soustředěno na strojvůdcovském stole do tří řídicích spinačů, z nichž jeden je pro ventilátorová a druhé dva pro kompresorová soustrojí. Každý obvod pomocných pohonů má svou nadproudovou ochranu, která chrání před velkým přetížením a před zkratem (obr. 53). Jede-li strojvedoucí na odporových stupních, je na to upozorňován kontrolní žárovkou umístěnou na řídicím stole, aby se zabránilo spálení odporů. Poněvadž nejvyšší přípustná tažná síla je dána adhesí lokomotivy, nesmí být tato tažná síla překročena, nemá-li při rozjíždění dojít ke klouzání kol. Proto je třeba zmínit se o prokluzování lokomotivy, neboť lokomotiva vzhledem ke své váze může být náchylná k prokluzování hnacích náprav při neopatrném řazení rozjezdových stupňů na řídicím kontroléru. Proto je ke každé skupině trakčních motorů připojeno zvláštní zařízení, a to napěťová diferenciální ochrana, která kontroluje stejné napětí obou trakčních motorů a tím i stejné otáčky (obr. 53a). Při malém rozdílu otáček náprav zazní na stanovišti strojvedoucího zvuková návěst; je-li rozdíl otáček trakčních motorů větší, vypne na lokomotivě samočinně proud hlavní vypinač (obr. 54, 54a, 55, 56).

Při ztrátě napětí v trolejovém vedení anebo při poklesu napětí pod dovolenou mez vypne napěťové relé hlavní vypinač. Toto relé má dva pracovní rozsahy, neboť lokomotiva musí spolehlivě jezdit nejen při jmenovitém napětí 3000 V (rozsah 2000 až 3600 V), ale i při napětí 1500 V (rozsah 1000 až 1800 V).

Elektroměr

Elektrická energie spotřebovaná lokomotivou se měří elektroměrem konstruovaným na 3000 V a 1500 A, který registruje i zapojenou vlastní spotřebu.

Topné zařízení

Lokomotiva je vystrojena zařízením pro elektrické vytápění železničních vozů, které se napájí přes lokomotivní hlavní vypinač z trolejového vedení. Na obou čelech lokomotivy jsou umístěny topné zásuvky. Topné zařízení je konstruováno na výkon odpovídající průřezu 185 mm^2 měděného topného vedení procházejícího všemi vozy k lokomotivě připojenými, t. j. na proud 250 A při 3000 V a 300 A při 1500 V. Proud do vlakového průběžného vedení se zapíná elektromagnetickým stykačem, který je připojen až za hlavním vypinačem. Ochrana proti přepětí je provedena nadproudovým relé, působícím na hlavní vypinač (obr. 57, 58, 59). Obě stanoviště strojvedoucího se vytápějí elektricky proudem z trolejového vedení. Celkem elektrické topné zařízení obsahuje šest článků v serii po 600 V pro nejvyš-

ší možné napětí 3600 V v troleji. Při napětí 3000 V má jedna serie topný výkon asi 2,7 kV. Topné články jsou ve dvou seriích. Pro regulaci topného výkonu v jednom stanovišti, jsou topné články z první serie dva a z druhé serie čtyři články. Na druhém stanovišti jsou zapojeny zbývající články obou serií. Topení strojvůdcovského stanoviště se řídí ručně a je regulovatelné ve třech stupních elektromagnetickými stykači. Topný výkon při 3000 V v trolejovém vedení je 2,7 kW, 1,8 kW a 0,9 kW.

Poněvadž na lokomotivě jsou všude valivá ložiska, jsou nároky na mazání minimální. Většinou jsou to náplně tukové nebo olejové, které se doplňují nebo nahrazují podle předpisu pro obsluhu lokomotivy.

Ochrany

Na elektrické lokomotivě jsou tyto ochrany:

a) Ochrany, které mají působit, je-li řídicí kontrolér v nulové poloze: Mezi tyto patří tlakovzdušný spinač v brzdovém potrubí lokomotivy, který vypne při poklesu tlaku pod 4 atp., dále nulová ochrana napěťová a řídicí spinače pro ovládání sběračů.

Tlakovzdušný spinač má dva ochranné úkoly:

1. nedovolí rozjezd lokomotivy, není-li potrubí průběžné brzdy pod tlakem nejméně 4 atp.,
2. při rychločinném brzdění ihned vypíná hlavní vypinač.

Nulová napěťová ochrana vypíná hlavní lokomotivní vypinač při ztrátě nebo při poklesu napětí v trakčním vedení pod 2000 V, čímž přeruší proud lokomotivy a tím zabrání škodlivým účinkům elektrického oblouku.

b) Ochrany, které mají působit v kterémkoliv okamžiku, vypínají nezávisle na řídicím kontroléru.

Nadproudová ochrana

Každá skupina trakčních motorů má svou nadproudovou ochranu, takže ani v paralelním ani v seriovém spojení motorových skupin nemůže proud kteréhokoliv motoru přestoupit dovolený proud 650 A. Hlavní lokomotivní vypinač vypíná samočinně proudy nad 1650 A.

Proudová diferenciální ochrana chrání zařízení elektrické lokomotivy proti poruše isolace, neboť isolace u všech strojů a přístrojů ve vysokonapěťových obvodech je trvale namáhána provozním napětím 3000 V. Nastane-li v kterémkoliv místě silových obvodů zemní spojení, kterým prochází proud přímo do uzemněné lokomotivní konstrukce, vypne diferenciální relé hlavní vypinač.

Nadproudová ochrana vlakového vytápění chrání vysokonapěťové obvody vlakového vytápění.

Ochrana proti skluzu je doplněna návěštěním skluzu hnacích náprav. Po dobu trvání skluzu zní u strojvedoucího houkačka, aby mohl skluz zavčas omezit. Neuposlechne-li strojvedoucí varovné návěsti a neomezí-li skluz, nýbrž nechá-li ho vzrůstat, zasáhne ochrana proti skluzu a vypne hlavní lokomotivní vypinač.

Přepěťová ochrana má zabránit vniknutí atmosférických přepětí do elektrického zařízení, aby byla chráněna jeho isolace před průrazem. Je vytvořena tak, že toto přepětí projde přímou cestou do země.

Proudová diferenciální ochrana pomocných pohonů

Motory pomocných pohonů jsou napájeny proudem o napětí 3000 V z troleje přes hlavní lokomotivní vypinač. Pro ochranu těchto motorů při zemním zkratu jsou všechny motory chráněny společnou proudovou diferenciální ochranou, jejíž činnost, je shodná s činností stejné ochrany v silových obvodech, ale je nastavena na menší proudový rozdíl. Tato ochrana působí přímo na hlavní lokomotivní vypinač.

Pískování

Pískovat lze jen z předního stanoviště ve směru jízdy. Při pohybu rukojeti pískovače do přední polohy se pískují dvojkolí obou podvozků, při pohybu rukojeti proti směru jízdy se pískuje přední dvojkolí předního podvozku.

Rychloměry

Lokomotiva má dva druhy rychloměrů, z nichž jeden je mechanický, druhý elektrický. Na předním stanovišti (I) jsou umístěny oba rychloměry, na zadním stanovišti (II) pouze rychloměr elektrický. Mechanický rychloměr Teloc RT935 ukazuje a registruje rychlost, čas v hodinách a v minutách, dobu jízdy a počet ujetých kilometrů; zároveň registračním elektromagnetem zaznamenává činnost bezpečnostního zařízení („živáka"). Elektrický rychloměr je soustavy „Metra" a ukazuje pouze rychlost. Pohon obou rychloměrů je na druhé a třetí nápravy. Uložení kabelů a vodičů v lokomotivě je provedeno v kabelových kanálech nebo v trubkách (obr. 60, 60a, 60b).

K ovládání přístrojů je použito stejnosměrného proudu o napětí 48 V, který dodává alkalická akumulátorová baterie, stále dobíjená dynamy (obr. 61). Vznikne-li na akumulátorové baterii závada, je možno napájet všechny spotřebiče 48 V přímo z dynam přes stabilisátor (obr. 62). Stabilisátor Křižík-ERA řídí paralelní chod obou nabíjecích dynam. Stav akumulátorové baterie se kontroluje ampérmetrem a voltmetrem. Správná činnost pomocných pohonů je pro spolehlivý provoz elektrické lokomotivy velmi důležitá.

Brzdy

Lokomotiva je vybavena tlakovzdušnou brzdou dvojí, a to automatickou a přídavnou (obr. 63). Jako zdroj tlakového vzduchu jsou na lokomotivě dva kompresory, z nichž jeden tvoří zálohu pro případ poruchy. Vybavení automatické brzdy je normální se šoupátkem „Škoda N-O". Každá náprava lokomotivy má svůj vlastní brzdový válec a vždy dva válce brzdové jednoho podvozku jsou připojeny přes jednoduchý rozvaděč na potrubí vlakové brzdy. Mimo to se lokomotiva může brzdit nezávisle na vlaku přímým vpouštěním vzduchu do brzdových válců ventilem přímé brzdy, t. zv. lokomotivní přídavné brzdy.

Potrubí mezi podvozky a rámem lokomotivy je spojeno pryžovými hadicemi. Na stanovištích strojvůdce je mimo to zvláštní ventil, kterým lze odpojit potrubí kteréhokoliv podvozku, aby při prasknutí hadice nebylo ohroženo brzdění celé lokomotivy. Přídavná brzda se liší se zřetelem na dvoje stanoviště strojvedoucího od jiných brzd (u parních lokomotiv) tím, že do potrubí brzdy je vložena dvojitá zpětná záklopka. Vzhledem k tomu, že do potrubí tlakových brzd se dostává voda nebo vodní pára, je do potrubí za hlavní jímku vřazen rozprašovač alkoholu, který se plní v době silných mrazů lihem. Vzduch proudící do potrubí prochází rozprašovačem a strhuje s sebou líh ve formě mlhoviny a vnáší jej do potrubí. Líh se smísí s vodou a tvoří tak kapalinu, vzdorující zmrznutí a mrazu.

Mimo to je na lokomotivě ruční brzda, která se ovládá ručním kolem z každého strojvůdcovského stanoviště a brzdí vždy jen přilehlý podvozek (obr. 64).

Obsluha lokomotivy

Pro obsluhu a řízení elektrické lokomotivy není zapotřebí více než jednoho zaměstnance, což je třeba označit jako výhodu elektrické vozby. Z úsporných důvodů směřují snahy železničních správ samozřejmě k tomu, aby elektrická lokomotiva byla obsazena pouze strojvedoucím. Při tom se stanoviště strojvedoucího zařídí tak, aby vlakvedoucí mohl vedle strojvedoucího konat svou službu. Tak tomu je i u elektrické lokomotivy řady E 499.0, kde na levo od stolu strojvedoucího je místo pro vlakvedoucího (obr. 65). Stolek je osvětlen lampou a na svislé stěně stolku u vstupních dveří je umístěn hasicí sněhový přístroj. Je-li na elektrické lokomotivě vedle strojvedoucího ještě jeden zaměstnanec, je to hlavně proto, aby mohl zastavit vlak, stane-li se strojvedoucí neschopen dalšího řízení lokomotivy a vlaku nebo ztratí-li strojvedoucí vládu nad strojem.

Bezpečnostní zařízení „živák"

Kromě toho však je pro případ neschopnosti strojvedoucího lokomotiva vybavena zvláštním zařízením pro zabezpečení provozu a zabránění vlakovým nehodám. Toto zařízení umožňuje ovládat provoz elektrické lokomotivy pouze strojvedoucím, pracuje-li na lokomotivě sám a je-li odkázán pouze na sebe. Takové zařízení vychází z poznatku, že je třeba zkoušet strojvedoucího na jeho služební schopnost, po případě bdělost zabezpečovacím zařízením, které je stále v provozu a pracuje tak, že každých 90 vteřin dostane strojvedoucí pokyn optickou návěstí (světlem) k stisknutí tlačítka bezpečnostního zařízení, kterým se zařízení uvede do klidového stavu na dalších 90 vteřin. Anuluje-li strojvedoucí stiskem tlačítka nebo sešlápnutím pedálu ve výklenku pod řídicím kontrolérem tento pokyn, jízda elektrické lokomotivy nebo vlaku probíhá normálně dále až do opětného vybavení další optické světelné návěsti (obr. 66). Neanuluje-li však strojvedoucí objevivší se před ním optickou světelnou návěst, trvající 6 vteřin, následuje akustická zvuková návěst houkačkou za hlavou strojvedoucího po dobu čtyř vteřin, která ho upozorní na jeho povinnost. Není-li ani tato zvuková návěst stiskem tlačítka zrušena, bezpečnostní zařízení vypne hlavní vypínač a vypuštěním stlačeného vzduchu z hlavního brzdového potrubí vlaku samočinně zabrzdí lokomotivu a celý vlak. Poněvadž nás přesvědčuje, že strojvedoucí na lokomotivě je služebně schopný a bdělý, či-li že je živ a zdráv, říkáme tomu zařízení stručně „živák". Bezpečnostní zařízení „živák" tedy nutí strojvedoucího, aby každých 90 vteřin stiskl tlačítko, které je vpravo na řídicím stole, aby zrušil činnost „živáka". Strojvedoucí se tedy domnívá, že jeho služba a bdělost je kontrolována automatickým zařízením, což ho nutí k trvalé bdělosti a k správnému výkonu strojvůdcovské služby.

Pro umožnění posunu ve stanicích je „živák" konstruován tak, že nebrzdí, pojíždí-li elektrická lokomotiva posunující rychlostí menší než 15 km/h.

Příslušný otvor v hlavním brzdovém potrubí se totiž při rychlostech menších než 15 km/h automaticky uzavře (obr. 67, 68).

Stanoviště strojvedoucího

Stanoviště strojvedoucího je řešeno jako ústřední obsluhovací prostor pro všechny úkony, kterými strojvedoucí uvádí lokomotivu do provozu a ji řídí. Na stanovišti je řídicí stůl a stolek pro vlakvedoucího vlevo od strojvedoucího. Řídicí stůl je proveden tak, aby se mohly z jeho železné kostry demontovat krycí desky stolu a tak byl umožněn přístup k vnitřnímu zařízení. Veškeré řídicí přístroje lokomotivy jsou elektromagnetické nebo elektropneumatické pro napětí 48 V a tlak 5 atm. Mimo řídicí kontrolér, ovládaný v řídicím stole ručním kolem s ukazatelem jízdních stupňů, jsou v řídicím stole dva ampérmetry, udávající proud I. a II. motorové skupiny, voltmetr ukazující napětí v trolejovém vedení, teploměr odporů, teploměr trakčních motorů, ampérmetr pomocných pohonů a elektrický rychloměr. Řídicí kontrolér ovládá hlavní kontrolér ve strojovně prostřednictvím tlakovzdušného motoru. Přihlíželo se k tomu, aby všechny řídicí a kontrolní přístroje na řídicím stole strojvedoucího byly umístěny a soustředěny tak, aby se pozornost strojvedoucího nerozptylovala a mohla se soustředit na trať a aby strojvedoucí mohl za jízdy pohodlně sedět. Po pravé ruce

má strojvedoucí přístroje měřicí a ovládací tlakovzdušné brzdy, po levé ruce zase řídicí spinače pomocných pohonů, topení, sběračů a hlavního vypinače. Rovněž i řídicí spinač osvětlení lokomotivy, a to návěstních světel, dálkového světlometu, osvětlení stanovišť, měřicích přístrojů, strojovny, průchozích chodeb a podvozků je po levé ruce.

Na svislé stěně vpravo od strojvedoucího je skřínka pro jízdní řád, který je osvětlen samostatně; rovněž tak i stanoviště vlakvedoucího na lokomotivě má svoje svítidlo s vypinačem. V levém rohu stolku vlakvedoucího je tlačítko bezpečnostního zařízení „živáka". Stanoviště strojvedoucího je vybaveno veškerým pohodlím; mimo skřínku na odložení šatstva má i umyvadlo se samočinně elektricky vytápěným zásobníkem teplé vody a s elektrickým vařičem pro ohřívání pokrmů (obr. 68a, 68b). Sedadlo strojvedoucího je pohodlné a polštářované (obr. 69).

Čelní stěnová okna na stanovištích lokomotivy jsou z nerozbitného skla, dvojitá a zamontovaným elektrickým rozmrazovačem. Z vnějšku se čistí pneumatickým stiračem.

Umístění přehledového schematu a přehledné označení namontovaných přístrojů, uložení kabelů a tlakovzdušného potrubí usnadní kontrolní prohlídku zařízení a údržbu lokomotivy.

Řízení a obsluha elektrické lokomotivy vyžaduje velmi málo tělesné námahy, takže v provozu ji může obsluhovat strojvedoucí sám. Prozatím se však v provozu nepočítá s obsluhou lokomotivy jedním mužem.

Nejmenší poloměr trati, jímž musí elektrická lokomotiva projet pomalou rychlostí, je $R = 120$ m.

Lokomotiva řady E 499.0 byla konstruována jako lokomotiva universální, která svými vlastnostmi má vyhovět dopravě všech druhů vlaků, tedy jak vlaků nákladních, tak i vlaků osobních, rychlíků a expresů. Aby lokomotiva na stejnosměrný proud mohla vyhovět požadavkům universálnosti, používá se v provozu při vyšších rychlostech shuntování trakčních motorů.

Parametry lokomotivy

Pro použití elektrické lokomotivy řady E 499.0 v provozu byly uvažovány tyto vlaky:

expresní vlak dálkový o zátěži	240 t,
normální rychlík o zátěži	720 t,
osobní vlak o zátěži	480 t
a nákladní vlak dálkový o zátěži	1440 t.

Pro nákladní vlaky na stoupání větším než 10 ‰ a udané zátěži je nutný postrk.

Nejvyšší požadovaná rychlost lokomotivy byla stanovena na 120 km/h; zkušební rychlost je 140 km/h.

Vzhledem k universálnosti lokomotivy byla její rychlost při jmenovitém hodinovém proudu volena nízko pod 60 km/h a výkon trakčních motorů pro rychlou jízdu s těžkými vlaky poměrně vysoko — 2400 kW. Proto je největší tažná síla, kterou může lokomotiva vyvinout, omezena pouze adhesí a nevyužívá plně přetížitelnosti trakčních motorů. Zkušenosti z provozu ukáží, bude-li možno stále vystačit s jedinou lokomotivní řadou E 499.0 a nebude-li nutno pro těžké nákladní vlaky počítat s výkonnější a těžší lokomotivou šestinápravovou. Volba šestinápravové lokomotivy by umožnila plně využít pevnosti spřáhel a přinesla by ještě jiné výhody v regulaci rychlosti a v hospodárnosti lokomotivy.

Hlavní technické údaje elektrické lokomotivy řady E 499.0:

Uspořádání náprav	Bo'Bo'
Napětí v trolejovém vedení	3000 V { + 600 V, — 1000 V
Průměr hnacích kol s novými nákolky	1250 mm
Průměr hnacích kol s opotřebovanými nákolky	1170 mm
Adhesní váha lokomotivy	80 t ± 3 %
Služební váha lokomotivy	80 t ± 3 %
Nápravový tlak	20 t
Nejvyšší dovolená rychlost	120 km/h
Poloměr nejmenšího oblouku, jímž musí lokomotiva projet	120 m
Počet hnacích náprav	4
Převod na nápravu	1 : 2, 27
Délka lokomotivy přes nárazníky	15740 mm
Šířka lokomotivy	2950 mm
Výška lokomotivy se zaklesnutými sběrači	4640 mm
Výška lokomotivy s uvolněnými sběrači	6590 mm

Pracovní výška pro trolejové vedení	4800 mm — 6500 mm
Rozvor podvozků	3330 mm
Vzdálenost otočných čepů podvozků	8170 mm
Největší tažná síla na obvodu kol při trolejovém napětí 3000 V	24 t
Hodinový výkon lokomotivy na hřídeli trakčních motorů při napětí 3000 V a plném budicím poli	2340 kW
Rychlost lokomotivy při hodinovém výkonu	58,6 km/h
Tažná síla při hodinovém výkonu	14,7 t
Trvalý výkon lokomotivy na hřídeli trakčních motorů při napětí 3000 V a plném budicím poli	2030 kW
Rychlost lokomotivy při trvalém výkonu	63 km/h
Tažná síla při trvalém výkonu	12,5 t
Tažný hák a šroubovka na tažnou sílu	25 t
Napětí proudu pro řízení a osvětlení	48 V ± 5 %
Akumulátorová baterie alkalické kapacity	120 Ah/5 h

Závěr

Elektrisace drah a elektrický provoz velmi podstatně zvyšuje dopravní kapacitu tratí. Provedením elektrisace často vzniknou i velké úspory na investicích, které by jinak následkem stoupající frekvence byly nutné pro zdolání zvýšených požadavků na dopravu, jelikož může odpadnout i výstavba dalších kolejí.

Elektrisace drah sama o sobě je v oboru železniční dopravy důležitým přínosem pro rychlý růst produktivity práce. Ale nejen to, elektrisace drah osvobozuje i zaměstnance v železniční dopravě, a to zejména ve vozební službě, od těžké fysické práce, neboť odstraňuje těžkou práci hlavně u topičů, popelářů, zaměstnanců zauhlovacích zařízení atd.

Elektrisace drah a její provádění váže vysoké investiční náklady na opatření hnacích vozidel (lokomotiv) a energetická zařízení, ať již pevná nebo mobilní, jako je traťové trolejové vedení, napájecí vedení, měnírny a převozné měnírny. Aby se provoz urychlil, je s elektrisací spojeno i vybudování elektrického automatického bloku, výstavby příslušných remis a správkáren elektrických lokomotiv, jakož i dílen pro opravy elektrických lokomotiv.

Tím se dosáhne provozního zlepšení, vedoucího ke zlepšení celkové dopravy a ke snížení provozních nákladů.

Proto má elektrisace drah, která hluboce zasahuje do všech sektorů činnosti našich železnic, i vliv na celou hospodářskou výstavbu naší socialistické vlasti.

Pokud jde o nyní prováděnou elektrisaci lze konstatovat, že traťové úseky Praha—Kolín nad Labem—Česká Třebová a na Slovensku Žilina—Liptavský Mikuláš—Poprad—Spišská Nová Ves jako celá trať železniční magistrály Praha—Košice mají pro elektrisaci a zavedení elektrického provozu všechny potřebné předpoklady. Velmi značná vlaková intensita na této trati je rozložena na celých 24 hodin poměrně rovnoměrně. Kromě toho je zmíněná trať uceleným vozebním celkem, takže nebude třeba budovat nová provozní zařízení pro lom lokomotivní trakce.

Značná délka trati Praha—Košice opravňuje předpoklady, že se realisováním elektrické trakce dosáhne zvýšení provozní výkonnosti této nejdůležitější naší dopravní tepny, a to jak zrychlením vlaků a zkrácením jízdní doby, tak i zvýšením tažné síly lokomotivy. Elektrickou trakcí vzniklá úspora hmotin, zejména uhlí, dosáhne takového rozsahu, že se podstatně projeví i v hospodářské celostátní bilanci.

Velký dosah finančního počinu státu ve věci tak důležité a závažné pro celostátní hospodářské výsledky zároveň však zavazuje ministerstvo dopravy jako investora, aby úkol daný rozhodnutím strany a vlády o soustavné elektrisaci našich hlavních železničních tratí a zařazení tohoto díla do ressortních úkolů plánovaného rozvoje našeho národního hospodářství byl proveden tak, aby nejen byl jeho realisováním zajištěn v každém směru bezpečný a pravidelný provoz celého elektrisačního zařízení, nýbrž aby provozní a hospodářské výsledky tohoto velkého díla byly úměrny finanční oběti státu a tím veškerého lidu Československé republiky.

Literatura

Sborník železniční konference v Liblicích 1955 a 1956:

V. List: Elektrická vozba. ČMT 1949.

Fr. Jansa: Význam elektrické vozby pro železniční provoz ČSD. Pedagogické nakladatelství 1953.

Hanyk—Opial—Pejša: Elektrická lokomotiva řady E 499.0. Dopravní nakladatelství 1955.

V 12 Předpis ČSD Technický popis elektrické lokomotivy řady E 499.0. Dopravní nakladatelství 1955.

Ing. Josef Holý

STRUČNÝ TECHNICKÝ POPIS ELEKTRICKÉ UNIVERSÁLNÍ LOKOMOTIVY ŘADY E 499.0

Pomůcku pro zaměstnance v železniční dopravě vydalo ministerstvo dopravy — Dopravní nakladatelství, Praha 3 - Nové Město, Dlážděná 5. Obálku navrhl Jiří Bárta. Graficky zpracoval Jaroslav Kučera.

Odpovědná redaktorka Ing. Hana Jedličková

Z nové sazby písmem Candida • Vytiskl Knihtisk n. p., provozovna 02, Praha 7, Za viaduktem 8
Formát papíru 86×122 cm • AA 8,27, VA 12,22 • 10680/58-C-HS-I./1 — 30105/94

Náklad 5000 výtisků — D - 588044 — KP 135.

Cena brož. výtisku Kčs 12,10

56/III-12