



Marek Graff

Lokomotywy elektryczne wyprodukowane po upadku ZSRR i eksploatowane w krajach poradzieckich

Lokomotywy 2ЭС6-071 i ВЛ11М-324 (3 kV DC) na stacji towarowej Jekaterinburg–Sortirowocznoj, Rosja (21.02.2011 r.)

Fot. Dmitrij Swiażyn

Po upadku ZSRR w 1991 r. i podziale kolei radzieckich (SŻD) większość nowopowstałych zarządów kolejowych po uporaniu się z głębokim kryzysem gospodarczym, rozpoczęła proces odnowy taboru.

Główny sukcesor ZSRR – Rosja, uruchomiła we własnych fabrykach produkcję wybranego asortymentu taboru kolejowego, ponieważ dotychczasowi dostawcy znaleźli się za granicą – RVR – fabryka zespołów trakcyjnych na Łotwie, lokomotyw spalinowych – na Ukrainie w Ługańsku, towarowych lokomotyw elektrycznych (3 kV DC) w fabryce TEWZ w Tbilisi (Gruzja), lub radykalnie zmienili relacje gospodarcze z b. ZSRR (np. z racji akcesji do UE) – producent elektrycznych lokomotyw pasażerskich – fabryka Škody w Pilźnie w Czechach. Natomiast fabryka NEWZ z Nowoczerkaska, znajdująca się w Rosji, otrzymała zadanie zaprojektowania nowych lokomotyw pasażerskich i zespołów trakcyjnych, przy dotychczas wytwarzanych elektrowozach towarowych (25 kV 50 Hz). Nawiązano także kontakty z zachodnimi producentami taboru w celu zakupu nowoczesnych technologii (Bombardier, Siemens, Alstom). Wprawdzie kontakty z producentami zachodnimi istniały jeszcze przed 1991 r., ale z powodów politycznych były one bardzo ograniczone.

Elektryfikacja sieci kolejowej SŻD

Sieć kolejowa SŻD obecnie jest zelektryfikowana oboma rodzajami napięcia – stałym 3 kV i przemiennym 25 kV 50 Hz. Starszy jest system 3 kV DC, który upowszechnił się ze względu na swoją prostotę – zasilanie silników trakcyjnych może być realizowane

napięciem wprost z sieci. Natomiast dla prądu przemiennego – np. 25 kV 50 Hz napięcie musi być obniżone przez transformator, zanim będzie możliwe zasilanie silników trakcyjnych. Początkowo do regulacji wartości prądu (napięcia i natężenia) używano układu styczników i rezystorów, a po opanowaniu przez producentów częstotliwościowego sterowania silników – także przekształtników tyrystorowych i tranzystorowych. Niedogodnością napięcia 3 kV DC są stosunkowo duże spadki napięcia, i wynikająca z tego konieczność częstego budowania podstacji zasilających, szczególnie dla linii o dużym natężeniu ruchu towarowego, czy podwieszania nie jednego, lecz dwóch przewodów jezdnych w sieci trakcyjnej (SŻD także stosowała 3 przewody jezdne).

W ZSRR pierwsze linie kolejowe elektryfikowano prądem stałym 1,2 kV. Obecnie stosowane wartości napięcia są równe 3,0–3,3 kV ewentualnie 1,5–1,65 kV DC. W latach 70. w Gruzji, Armenii i Azerbejdżanie (wtedy wchodzących w skład ZSRR), zastosowano napięcie 6 kV DC.

Prąd przemienny po raz pierwszy został zastosowany przez koleje w krajach niemieckojęzycznych i Skandynawii, tuż po pierwszej wojnie światowej. Ze względu na niedoskonałość ówczesnej techniki, w pierwszych systemach zmniejszono przemysłową częstotliwość prądu (50 Hz) do 1/3 wartości (16,7 Hz). Poznanie zalet napięcia 20–25 kV o częstotliwości przemysłowej 50 Hz w latach 50. XX w., spowodowało przyjęcie tego napięcia początkowo przez koleje francuskie, a niedługo później także przez koleje Czechosłowacji, Węgier, Wielkiej Brytanii, czy ZSRR.

Do zasilania silników trakcyjnych używano prądu przetworzonego przez prostowniki – wówczas ignitoronowe, oraz urządzeń

zmniejszających pulsacje prądu oraz układu rezystorów osłabienia pola wzbudzenia.

Stosowanie dwóch rodzajów napięcia wymusiło konieczność zapewnienia płynnego prowadzenia ruchu, zatem SZD rozważała 3 rozwiązania.

1. Budowę stacji zmiany napięcia (stacji stykowych) – poszczególne odcinki można zasilać oboma rodzajami napięcia, czyli stosowanie przełączania prądu w sieci trakcyjnej na wybranych stacjach (możliwy jest wjazd na daną stację czy odcinek toru zarówno lokomotywy na prąd stały, jak i przemienny).

2. Budowę taboru dwunapięciowego, różniące się od poprzedniego brakiem konieczności zatrzymywania się podczas pokonywania odcinka np. z 3 kV na 25 kV 50 Hz. Produkcja podobnego taboru to rozwiązanie kosztowne i szybko przez SZD zaniechane. Wyprodukowano wprawdzie dwusystemowe lokomotywy i zespoły trakcyjne, np. ВЛ82 i ВЛ82^M, ВЛ61^A (3 kV DC; 25 kV 50 Hz), czy ВЛ19 i Cp (3 kV i 1,5 kV DC), lecz ich znaczenie było marginalne; obecnie RZD przewidują jedynie budowę dwusystemowych lokomotyw pasażerskich.

3. Rozdzielanie odcinków zelektryfikowanych napięciem 25 kV 50 Hz i 3 kV DC odcinkami nieelektryfikowanymi, a przeprowadzanie pociągów przezeń odbywałoby się z udziałem trakcji spalinowej. Rozwiązanie to jest niekorzystne, ze względu na niższą moc i prędkość lokomotyw spalinowych, a także konieczność dodatkowego ich utrzymywania.

SZD ze względów ekonomicznych przyjęły u siebie rozwiązanie 1.

Pierwsze odcinki SZD zelektryfikowano w latach 20. – były to linie podmiejskie w Baku (stolicy Azerbejdżanu) w 1926 r. Trzy lata później zelektryfikowano pierwszą linię w węźle moskiewskim – odcinek Moskwa – Mytiszcz (18 km). Do nowego rozwiązania szybko przekonano się i w latach 30. zelektryfikowano kolejne linie – od Moskwy:

- na północ: Mytiszcz – Monino, Moskwa – Zagorsk (kier. Jarosław);
- na wschód: Moskwa – Obirałowka, Reutowo – Bałaszycha (kier. Niżny Nowogród, wtedy Gorki);
- na południe: Moskwa – Ramienskoje (kier. Riazan);
- na południowy zachód – Moskwa – Podolsk (kier. Kursk).

Linie te zelektryfikowano napięciem 1,5 kV DC. W 1937 r. odcinek Zagorsk – Aleksandrow zelektryfikowano napięciem 3 kV DC, a maszynista zespołu trakcyjnego, przyjeżdżając na stację z kierunku Moskwy, przetaczał odpowiednie grupy silników i kontynuował jazdę. W latach 1932–1933 zelektryfikowano odcinek Chaszuri – Zestafoni w Gruzji, aby poznać specyfikę linii zelektryfikowanych, po których kursują zarówno pociągi pasażerskie i towarowe. W 1933 r. kierownictwo SZD przyjęło trój etapowy program elektryfikacji własnej sieci.

1. Trakcja parowa zostanie najszybciej wyeliminowana z ruchu podmiejskiego i zastąpiona elektryczną: w węźle Leningradu (St Petersburga), na odcinkach Mineralnyje Wody – Kisłowodsk (płn. Kaukaz), Samara – Bezymianka (na południowy wschód od Moskwy) – elektryfikacja napięciem 1,5 kV DC; czy zelektryfikowanie napięciem 3 kV DC części sieci kolejowej Gruzji (w szczególności miast Surami, Borżomi, Kutaisi, Bardabani i in.).

2. Elektryfikacja linii będzie prowadzona wówczas, gdy nowa trakcja znacząco skróci czas przejazdu, tym samym poprawi przepustowość linii: odcinki Kiziel – Czusowskaja (przejazd przez pa-

smo Uralu) plus Czelabińsk – Złatoust; elektryfikacja napięciem 3 kV DC.

3. Elektryfikacja regionów przemysłowych (z dużymi potokami osób dojeżdżających do pracy) – region Permsko–Swierdłowski, Zaporozże – Kriwbass, Łouchu – Murmańsk, Nowokuznieck – Biełowo.

W czasie drugiej wojny światowej wraz z postępem armii niemieckiej na wschód, część urządzeń trakcyjnych (w węźle Moskwy) została zdemontowana i była wykorzystywana na Uralu (po 1945 r. przeniesiono je z powrotem).

W latach 1950–1955 przyjęto wstępnie program elektryfikacji sieci SZD (napięciem 3 kV DC), w tym zmianę napięcia z 1,5 kV na 3 kV DC, w szczególności centrów przemysłowych i większych miast. Szczupłe środki finansowe powodowały, iż ograniczano się do poszczególnych linii wylotowych, tworząc swoiste „wyspy” trakcji elektrycznej (Ryga, Kijów, Kujbyszew, zachodnia Syberia). Od 1956 r. rozpoczęła się wielka elektryfikacja sieci SZD, a także uruchomiono produkcję lokomotyw spalinowych w ZSRR, przez co udział obu rodzajów trakcji w przewozach zwiększył się z 15% w 1955 r. do 85% w 1965 r. Wtedy zelektryfikowano linie zarówno napięciem 3 kV DC, jak i nowym – 25 kV 50 Hz:

- Moskwa – Kujbyszew – Czelabińsk – Nowosybirsk – Irkuck,
- Leningrad – Moskwa – Charków – Rostów – Soczi – Tbilisi – Erewań,
- Moskwa – Gorki – Kirow – Perm,
- Moskwa – Riazan – Woroneż – Rostów – Mineralnyje Wody,
- rejon: zachodniej i wschodniej Ukrainy, Azerbejdżanu,
- węzły Mińska, Wołgogradu, Gorkiego i Władywostoku ('wyspy').

Pierwszym odcinkiem zelektryfikowanym napięciem 25 kV 50 Hz (dokładnie 20 kV; wkrótce zwiększono napięcie do 25 kV) była linia Ożerle – Michajłow – Pawelec (zrealizowane w latach 1955–1956). W 1957 r. pod napięciem 25 kV 50 Hz znalazł się odcinek Gorki – Zawotze (47 km), gdzie rozpoczęto eksploatację pojazdów przystosowanych do pracy pod prądem przemiennym. Od 1959 r. pod napięciem 25 kV 50 Hz znalazły się kolejne odcinki SZD, w tym środkowej i wschodniej Ukrainy, większości magistrali transsyberyjskiej (Dyrekcje Krasnojarska i Wschodnio-syberyjska), linia Riazan – Woroneż – północny Kaukaz i inne.

Zmiany na rynku dostawców taboru po 1991 r.

Okolo 2004 r. powstał holding (zjednoczenie) fabryk taboru kolejowego w Rosji – Transmaszholding (w d. ZSRR każda większa fabryka część produkcji kierowała na cele zbrojeniowe – przykładowo dostawca wagonów metra serii 81 dla Warszawy – fabryka MMZ w Mytiszczach wytwarza także wojskowe pojazdy gaśnicowe; można zatem domniemywać, iż prawdziwym celem utworzenia przedsiębiorstwa Transmaszholding była harmonizacja współpracy rosyjskiego przemysłu zbrojeniowego, a fabryki taboru kolejowego znalazły się w Holdingu „przy okazji”). Otwarto się na zachodnich producentów taboru kolejowego, oferując udziały we własnych fabrykach, i licząc na pozyskanie nowoczesnych technologii. Symbolem nowoczesności dla RZD stały się pociągi Sapsan i Pendolino Allegro: pod koniec 2009 r. uruchomiono szybką komunikację pasażerską między Moskwą i St Petersburgiem z użyciem elektrycznych zespołów trakcyjnych Sapsan (8 szt.) zbudowanych przez niemieckiego Siemens na bazie ICE3MF dostarczonych dla DB, zarówno w wersji jedno- (3 kV DC), jak i dwunapięciowej (3 kV DC, 25 kV 50 Hz). Rok później



Serie ВЛ10 i ВЛ80 ze względu na deficyt lokomotyw pasażerskich na napięcie odpowiednio 3 kV DC i 25 kV 50 Hz na sieci SZD/RZD często były używane w ruchu pasażerskim, choć po ostatnich dostawach lokomotyw stan ten uległ zmianie; na zdjęciu lokomotywa ВЛ10-860 na stacji Jarostaw, Rosja (15.02.2006 r.)

Fot. Dmitrij Sawin



ВЛ80Т-826 kolei RZD z pociągiem kontenerowym w pobliżu stacji Orsza, Białoruś (17.09.2011 r.)

Fot. Siergiej Frolow



Seria ВЛ82 to jedna z nielicznych lokomotyw dwusystemowych na byłej sieci SZD; ВЛ82М-074 (UZ) pod napięciem 3 kV DC na stacji Charków, Ukraina (23.10.2011 r.)

Fot. Siergiej Frolow

zawiązana została spółka kolei fińskich i rosyjskich Kolej Karelii (po 50% akcji dla VR i RZD) z użyciem zakupionych w koncernie Alstom dwunapięciowych pociągów Pendolino Allegro (4 zespoły) uruchomiła szybką komunikację pomiędzy Helsinkami i St Petersburgiem. Miejscem serwisowania i utrzymania pociągów Sapsan i Allegro (należących do RZD) jest lokomotywnia Metallostroy w St Petersburgu. Obie serie pociągów zostały wyprodukowane poza Rosją, przy czym, jak wspomniano wcześniej, władze centralne tego kraju dążą konsekwentnie do zakupu nowoczesnych technologii i uruchomieniu produkcji u siebie. Nie zawsze taka polityka jest efektywna, ponieważ zachodni producenci jako warunek często stawiają nabycie większości udziałów w fabrykach produkujących podobny tabor (np. z planowanych 60 Sapsanów wyprodukowano na dzień obecny 8 egzemplarzy i zamówiono 8 kolejnych).

Francuski koncern Alstom zakupił 25% akcji zjednoczenia Transmaszholding w latach 2009–2010 r. w zamian oferując nowoczesne technologie. Owocem tej współpracy jest dwusystemowa pasażerska lokomotywa elektryczna nowej generacji serii ЭП20 i wersja towarowa (jednosystemowa) 2ЭС5, oraz projekt nowych eoz. Niemiecki Siemens wraz z Uralską Fabryką Lokomotyw (UZJM) w listopadzie 2010 r. opracował lokomotywę elektryczną (3 kV DC) serii 2ЭС10 wyposażoną w asynchroniczne silniki trakcyjne, i zbudowaną na bazie lokomotywy 2ЭС6 w tej samej fabryce. W kwietniu 2011 r. zawarto porozumienie o budowie nowoczesnych elektrycznych zespołów trakcyjnych – Łastoczka (jaskółka) na bazie wytwarzanych przez Siemens Desiro (ich producentem będzie także UZJM). Spalinowe zespoły trakcyjne będą także budowane we współpracy ze szwajcarską firmą Stadler, na bazie podzespołów wyprodukowanych przez szwajcarski koncern.

Ukraina, podobnie jak Rosja, uruchomiła u siebie produkcję elektrowozów, zarówno pasażerskich, jak i towarowych (fabryka w Dniepropietrowsku, DEMZ) oraz zespołów trakcyjnych (ŁTZ, fabryka w Ługańsku). Zachodnich kooperantów (Siemens) dopuszczono w ograniczonym zakresie do rodzimych fabryk (DEMZ, ŁTZ). Jednak mniejszy rynek zbytu spowodował, że towarzyszący temu rozmach jest dużo mniejszy niż w sąsiedniej Rosji. Kolej ukraińskie (UZ), wraz z faktem organizowania mistrzostw piłkarskich Euro 2012 (wraz z Polską), zakupiły nowoczesny tabor – dwusystemowe zespoły trakcyjne w południowokoreańskim koncernie Hyundai Rotem (jednopoziomowe) oraz u Škody (piętrowe). Podobne zespoły trakcyjne, ale w wersji jednosystemowej zakupiły u Škody koleje Litwy. Kilkadziesiąt spalinowych wagonów silnikowych oraz zespołów trakcyjnych dla LG, UZ, BC i KTŻ sprzedała polska Pesa. Ponadto, w fabryce w Krzemieńczugu (KWSZ) na Ukrainie opracowano prototypowy dwusystemowy elektryczny zespół trakcyjny o prędkości maksymalnej 220 km/h dla UZ.

Państwa bałtyckie (Litwa, Łotwa i Estonia), z racji członkostwa w UE, dokonały najszerszego programu modernizacji własnego taboru kolejowego, z udziałem firm zachodnich (Siemensa – zwłaszcza koleje Litwy LG), czy pozyskania taboru z drugiej ręki (General Electric, koleje Estonii – EVR). Na początku 2010 r. EVR zamówiły spalinowe i elektryczne zespoły trakcyjne Flirt u szwajcarskiego Stadlera, podobnie jak koleje Białorusi – BC (zakupiono elektryczne zespoły trakcyjne Flirt). Kolej Łotwy – LDZ – złożyły zamówienie na nowe elektryczne i spalinowe zespoły trakcyjne w hiszpańskim koncernie CAF w kwietniu 2012 r.

Dotychczasowy dostawca spalinowych i elektrycznych jednostek trakcyjnych – fabryka RVR z Rygi na Łotwie straciła dotychczasowych odbiorców i znacznie ograniczyła swoją produkcję. Na początku 2013 r. EVR Cargo zamierza odebrać pierwsze egzemplarze spalinowych lokomotyw manewrowych (odmiana serii DF7G–E na tor 1524 mm, ponieważ koleje Estonii, według obowiązującej normy, mają rozstaw 1524 mm, a nie 1520 mm) z 16 egzemplarzy zamówionych w sierpniu 2011 r. w fabryce chińskiej – CNR (seria ta ma zastąpić dotychczas eksploatowane lokomotywy serii ЧМЭ3 pochodzące z lat 60.).

Inną drogę obrały państwa centralnoazjatyckie (Kazachstan, Uzbekistan i Turkmenistan – koleje Kirgistanu, ze względu na trudną sytuację ekonomiczną, nie zamawiały nowego taboru), które zakupiły tabor kolejowy w fabrykach chińskich (lokomotywy spalinowe i elektryczne, oraz wagony pasażerskie i towarowe), zastępujący na miano nowoczesnego. Niekwestionowanym liderem w tej grupie są koleje Kazachstanu (KTŻ), które także nawiązały współpracę z amerykańskim gigantem – General Electric, z zamiarem nabycia kilkuset nowoczesnych lokomotyw spalinowych serii ТЭ33, z zamiarem eksportu do krajów sąsiednich: lokomotywy tej serii zakupiły także koleje Mongolii i Tadżykistanu. Koleje kazaskie podpisały także kontrakt z francuskim Alstomem na zakup nowoczesnych lokomotyw elektrycznych zarówno do obsługi ruchu pasażerskiego, jak i towarowego, opracowanych na bazie lokomotyw Prima I dostarczonych dla SNCF. Podobne lokomotywy zakupiły także koleje białoruskie.

Interesujące jest obecna sytuacja fabryki z Ługańska, za czasów sowieckich produkującej liniowe lokomotywy spalinowe dla SŽD oraz na eksport (w tym słynne M62). Z jednej strony, logicznym byłoby połączenie jej z rosyjskim Transmaszholdingiem, w celu zapewnienia kooperantów oraz dużego rynku zbytu. Z drugiej strony, władze centralne Ukrainy, niezależnie od opcji politycznej, uważają ów zakład za strategiczny dla bezpieczeństwa państwa, i jakiegokolwiek próby sprzedaży fabryki rosyjskim podmiotom, są udaremniające (około 2008 r. fabryka ŁTZ z Ługańska została przejęta przez rosyjski Transmaszholding za jedynie 50 mln USD, a szczegóły transakcji nie były jawne; po chwilowym upaństwowieniu fabryki w 2008 r., od połowy 2010 r. ponownie należała ona do Transmaszholdingu, ale rząd Ukrainy unieważnił transakcję).

Z racji potencjału ekonomicznego oraz powierzchni kraju, na posowieckim obszarze dominuje Rosja i to właśnie bramy rosyjskich fabryk opuściło najwięcej pojazdów – konstrukcji zarówno nowoczesnych, jak i unowocześnionych – od lekkiej do poważnej modernizacji czy całkowicie nowych konstrukcji. Parametry techniczne lokomotyw wyprodukowanych dla RŽD, UZ, BC, KTŻ i UTY zestawiono w tabelach 1–5.

Nowy tabor kolejowy po 1991 r.

Serie ВЛ65 i ЭП1 oraz ich odmiany

Pierwowzorem dla lokomotywy serii ЭП1 była seria ВЛ65, pochodząca od dwuczłonowego elektrowozu towarowego serii ВЛ85 powstałego jeszcze w latach 80. Seria ВЛ65 została zmodyfikowana w kierunku przystosowania lokomotywy do obsługi ruchu pasażerskiego, co polegało na zaprojektowaniu całkowicie nowych wózków i modyfikacji części mechanicznej.

Elektrowóz serii ВЛ65 jest lokomotywą wyposażoną w 3 dwuosiowe wózki i przystosowaną do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem 25 kV 50 Hz. Dwa skrajne wózki połączone są



Seria ВЛ10 (3 kV DC) jeszcze na sieci SŽD była stosowana zarówno w ruchu pasażerskim, jaki i towarowym; ВЛ10-327 z pociągiem towarowym i ВЛ10-844 z pociągiem pasażerskim nr 461 relacji Ufa – Adler, stacja Grieczeskij, Kraj Krasnodarski, południowa część Rosji (18.06.2010 r.)
Fot. Konstantin Chartamow



Škoda dostarczyła ponad trzy tysiące lokomotyw elektrycznych z rodziny 4C (na napięcie 3 kV DC i 25 kV 50 Hz) dla SŽD, używanych do dzisiaj w ruchu pasażerskim na sieciach kolejowych Rosji, Ukrainy czy Białorusi: 4C7-067 (3 kV DC) z pociągiem pasażerskim do ukraińskiego Doniecka podczas postoju na Dw. Kijowski w Moskwie (6.08.2012 r.)
Fot. M. Graff



Dwusystemowy (3 kV DC; 25 kV 50 Hz) Sapsan serii ЭВС2–02 jako pociąg z Moskwy na stacji Niżny Nowogród (d. Gorki, napięcie w sieci 25 kV 50 Hz), Rosja (5.08.2012 r.)
Fot. Marek Graff

z pudłem za pośrednictwem belki bujawkowej, a środkowy – przegubami Foucault (pary kinetyczne), tj. zawieszenie środkowego wózka zrealizowane jest w ten sposób, iż ma on większą swobodę przemieszczania się (podczas przejazdu lokomotywy przez łuki). Siły pociągowe pudło – wózki są przenoszone przez skośne cięgi. Każdy węzeł zawieszenia jest wyposażony w hydrauliczny amortyzator. Zawieszenie silników trakcyjnych jest zrealizowane

Dane techniczne elektrowozów wyprodukowanych po 1991 r. dla kolei rosyjskich (RŽD)

	ЭП1 / ЭП1П	2ЭС4К*	Э5К*	2ЭС5К*	3ЭС5К**	
Producent	NEWZ***	NEWZ	NEWZ	NEWZ	NEWZ	
Użytkownik	RŽD	RŽD	RŽD	RŽD	RŽD	
Lata produkcji	1997–	2006–	2007–2009	2004–	2007–	
Napięcie	25 kV 50 Hz	3 kV DC	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz	
Przeznaczenie	ruch pasażerski	ruch towarowy	ruch pasażerski	ruch towarowy	ruch towarowy	
Układ osi	Bo'Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo' + Bo'Bo'	
Masa pojazdu z 2/3 zapasu piasku	[t]	132	192	100	192	288
Nacisk na oś	[t]	22	24	25	24	24
Prędkość maksymalna	[km/h]	140 / 120	120	110	110	110
Siła pociągowa przy mocy godzinnej	[kgs]	21 400	39 900	232	43 100	64 630
Prędkość przy mocy godzinnej	[km/h]	72	53,4	51	51	51
Siła pociągowa przy mocy godzinnej	[kgs]	23 400	44 300	bd.	47 300	70 950
Prędkość przy mocy godzinnej	[km/h]	70	52	bd.	49,9	49,9
Moc maksymalna	[kW]	6060	8520	bd.	8730	13 100
Moc efektywna	[kW]	4700	6400	3060	6560	9840
Hamulec elektryczny		odzyskowy, oporowy	odzyskowy, oporowy	odzyskowy, oporowy	odzyskowy, oporowy	odzyskowy, oporowy
Długość	[mm]	22 500	35 004	19 300	35 004	52 506
Wysokość	[mm]	5050	5050	5050	5050	5050
Typ silnika trakcyjnego		DC	DC	DC	DC	DC
Silniki trakcyjne		NB–520B	bd.	NB–514B	NB–514B	NB–514B
Zawieszenie silnika trakcyjnego na ramie wózka		całkowicie usprężynowane	tramwajowe	tramwajowe	tramwajowe	tramwajowe
Prowadzenie zestawów kołowych		bezwidłowe	bezwidłowe	bezwidłowe	bezwidłowe	bezwidłowe
Liczba zbudowanych egzemplarzy		ЭП1 – 740; ЭП1М – 381; ЭП1П – 296	120	32	154	358

* Unifikacja z 2ЭС5К.

** Unifikacja z 2ЭС4К.

*** Pełna nazwa rosyjska to: Новочеркасский электровозостроительный завод.

Tabela 2

Dane techniczne elektrowozów wyprodukowanych po 1991 r. dla kolei rosyjskich (RŽD) i ukraińskich (UZ)

	ЭП2К	2ЭС6	2ЭС10	ЭП10	
Producent	NEWZ, Kołomna*	UZŹM**	UZŹM, Siemens	NEWZ, Bombardier	
Użytkownik	RŽD	RŽD, UZ	RŽD, UZ	RŽD	
Lata produkcji	2006–	2007–	2011–	1998–2006	
Napięcie	3 kV DC	3 kV DC	3 kV DC	3 kV DC, 25 kV 50 Hz	
Przeznaczenie	ruch pasażerski	ruch towarowy	ruch towarowy	ruch pasażerski	
Układ osi	Co'Co'	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo'Bo'	
Masa pojazdu z 2/3 zapasów piasku	[t]	135	200	135	
Nacisk na oś	[t]	22,5	25	25	22,5
Prędkość maksymalna	[km/h]	160	120	120	160
Siła pociągowa przy mocy godzinnej	[kN]	192,8	464	784	315
Prędkość przy mocy godzinnej	[km/h]	91	bd.	bd.	80
Prędkość przy mocy godzinnej		87,8	bd.	bd.	80
Moc maksymalna/efektywna	[kW]	6400/4800	–/6400	–/8400	9500/7200
Hamulec elektryczny		oporowy	odzyskowy, oporowy	oporowy, odzyskowy	odzyskowy, oporowy
Moc hamulca	[kW]	4000	bd.	bd.	3100
Długość	[mm]	21 700	34 000	34 000	22 532
Szerokość	[mm]	bd.	bd.	bd.	bd.
Wysokość	[mm]	5080	5100	5100	5050
Silniki trakcyjne		DC	DC	AC 3~	AC 3~
Zawieszenie silnika trakcyjnego na ramie wózka			całkowicie usprężynowane		
Prowadzenie zestawów kołowych			bezwidłowe		
Średnica kół	[mm]	1250	bd.	bd.	bd.
Liczba zbudowanych/zamówionych egzemplarzy		121	150	14/221	12

* Pełna nazwa rosyjska to: ОАО «Коломенский завод» (Коломенский тепловозостроительный завод)

** Pełna nazwa rosyjska to: Группа Синара. Уральский завод железнодорожного машиностроения

Tabela 3

Dane techniczne elektrowozów wyprodukowanych po 1991 r. dla kolei rosyjskich (RZD) i białoruskich (BC)

Seria	БКГ-1	ЭП20	2ЭС5
Producent	CNR, Alstom, Bombardier, Knorr-Bremse, ABB*	NEWZ, Alstom	NEWZ, Alstom
Użytkownik	BC	RZD	RZD
Lata produkcji	2012–	2011–	2011–
Napięcie	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz, 3 kV DC	25 kV 50 Hz
Układ osi	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'
Przeznaczenie	ruch towarowy	ruch pasażerski	ruch towarowy
Masa [t]	192	129	200
Maksymalna siła pociągowa [kN]	760	450	593
Wysokość [mm]	4310	bd.	bd.
Długość [mm]	39 040	bd.	35 000
Moc ciągła/godzinna [kW]	9660/bd.	6000/7200	7800/8400
Prędkość maksymalna [km/h]	120	200	120
Zawieszenie silnika trakcyjnego na ramie wózka	tramwajowe	całkowicie usprężynowane	tramwajowe
Schemat części elektrycznej	IGBT + AC 3~	IGBT + AC 3~	IGBT + AC 3~
Hamulec elektryczny	oporowy, odzyskowy	oporowy, odzyskowy	oporowy, odzyskowy
Liczba zbudowanych/zamówionych egzemplarzy	6/12	7/bd.	1/bd.

* CNR Datong Electric Locomotive, Bombardier CPC, Knorr-Bremse, ABB Datong Traction Transformers.

Tabela 4

Dane techniczne elektrowozów wyprodukowanych po 1991 r. dla kolei ukraińskich (UZ)

Seria	ВЛ40	ДЕ1	ДС3	2ЕЛ4	2ЕЛ5	ВЛ11М/6
Producent	LLRZ/ZERZ	DEWZ	DEWZ	NEWZ, ŁTZ	NEWZ, ŁTZ4	TEWZ
Użytkownik	UZ	UZ	UZ	UZ	UZ	UZ
Lata produkcji	2004–2008	1995–2008	2004–	2008–	2005–	2012–2016
Napięcie	25 kV 50 Hz	3 kV DC	25 kV 50 Hz	3 kV DC	25 kV 50 Hz	3 kV DC
Układ osi	Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo'
Masa t	96	184	90	192 ± 4	192	184
Siła pociągowa kN	160	427	310	391	464	387
Wysokość (z opuszczonymi pantografami) mm	5100	5100	4735	5050	5050	5120
Długość mm	16 420 / 15 206	32 000	17000	35 004	35 004	32 840
Moc ciągła/godzinna kW	3260	6250	4800	5920	6120	4600/5360
Prędkość maksymalna km/h	110	100	160	120	110	100
Liczba zbudowanych/zamówionych egzemplarzy	<50	40	18	3	18	3/110
Hamulec elektryczny	odzyskowy	oporowy	oporowy, odzyskowy	odzyskowy, oporowy	odzyskowy, oporowy	odzyskowy, oporowy
Uwagi	przydział: ZERZ – lok. Żmerynka, Kotowski, Lwów Zachód; LLRZ – lok. Czernihów, Kotowski					

LLRZ – OAO "Львовский локомотиворемонтный завод" (ЛЛРЗ).

ZERZ – OAO "Запорожский электровозоремонтный завод" (ЗЭРЗ).

DEWZ – Государственное предприятие "Днепропетровский научно-производственный комплекс "Электровозостроение" (ДЭВЗ)

ŁTZ – Луганский тепловозостроительный завод, ЛТЗ

TEWZ – Тбилисский электровозостроительный завод; obecnie: Trading House „Electrovomash” JSCo (Tbilisi, Gruzja)

Tabela 5

Dane techniczne elektrowozów wyprodukowanych po 1991 r. dla kolei Kazachstanu (KTZ) i Uzbekistanu (UTY)

Seria	KZ8A	KZ4A, KZ4C	O'zbekiston 1	Y 0100
Producent	Alstom	ZELW, Chiny*; Siemens		
Użytkownik	KTZ**	KTZ**	OTY***	OTY
Lata produkcji	2012–	2004–	2004–2005	2010
Napięcie	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz
Układ osi	Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo'	Bo'Bo'Bo'	Co'Co'
Masa [t]	200	82	138	126
Siła pociągowa [kN]	bd.	264	470	bd.
Wysokość [mm]	bd.	bd.	5700	bd.
Długość [mm]	35 000	bd.	22 730	bd.
Moc [kW]	8800	4800	6000	6000
Prędkość maksymalna [km/h]	120	200	120	160
Liczba zbudowanych egzemplarzy	1	27	12	15
Hamulec elektryczny	oporowy, odzyskowy			

**str. 47, tabela 5, Wysokość, Długość, [mm]
Proszę dopisać
4640
20 032
ale do której?**

* Ang. Zhuzhou Electric Locomotive Works.

** Koleje Kazachstanu, kaz. Қазақстан Темір Жолы (КТЖ)

*** Koleje Uzbekistanu, uzb. O'zbekiston temir yo'llari, OTY

dwupunktowo: z jednej strony silnik opiera się na osi zestawu kołowego przez łożyska toczne, a z drugiej na ramie wózka. Silniki trakcyjne na prąd stały są połączone równolegle w grupy, a ich zasilanie – po przejściu przez prostownik – jest zrealizowane przez układ rezystorów i styczników. Transformator ma 4 uzwojenia wtórne, z których zasilane są 3 pary silników i jedno do urządzeń dodatkowych w lokomotywie – 380 V 50 Hz.



Najszerzego programu wymiany taboru, w tym zakupu nowoczesnych eozt dokonały koleje Litwy; na zdjęciu dwupoziomowy eozt (25 kV 50 Hz) produkcji Škody jako pociąg do Kowna opuszcza dworzec w Wilnie; podobne zespoły, ale w wersji dwusystemowej (3 kV DC; 25 kV 50 Hz), zakupiły koleje ukraińskie (16.08.2010 r.)

Fot. Marek Graff



Flirt EPR-001 (25 kV 50 Hz) kolei BC na odcinku Baranowiczi Centralnyje – Baranowiczi Polesskije, Białoruś (30.11.2011 r.)

Fot. Siergiej Chwagin



EP200 (25 kV 50 Hz) – niespełniona nadzieja SŽD; pojazd z nietypowym układem wózków – Do'Do', Szczerbinka, Rosja (9.09.2011 r.)

Fot. Siergiej Frolow

Lokomotywa ma możliwość hamowania odzyskowego oraz sterowanie wielokrotne. Sterowanie pojazdem odbywa się za pośrednictwem systemu BAU-2 i zadanie konkretnej prędkości poprzez przestawienie dźwigni nastawnika (hamowanie odbywa się także poprzez przestawianie nastawnika, tylko w przeciwną stronę). W lokomotywie zamontowane są dwie sprężarki napędzane silnikami asynchronicznymi.

Wyprodukowano ogółem 48 elektrowozów serii ВЛ65, które przydzielono do lokomotywowni Krasnoufimsk leżącej w Dyrekcji Gorkowskiej. Z czasem przeniesiono je do lokomotywowni Irkuck i Biełogorsk, znajdujących się w Dyrekcji Wschodniosyberyjskiej i Zabajkalskiej. Część lokomotyw tej serii została przypisana do lokomotywowni Kartaly leżącej na terenie Dyrekcji Południowo-Uralskiej, a także do lokomotywowni Siewierobajkalsk w Dyrekcji Wschodniosyberyjskiej. Na bazie serii ВЛ65 powstał kolejny elektrowóz – ЭП1, opracowany w 1999 r. W porównaniu do pierwowzoru, miał następujące modyfikacje:

- nowe silniki trakcyjne, zawieszony w sposób bardziej elastyczny na wózkach;
- zmniejszono stopień przełożenia, przez co zwiększyła się prędkość maksymalna lokomotywy do 140 km/h (zmniejszono równocześnie maksymalną siłę pociągową);
- silnik napędzający sprężarkę otrzymał zasilanie z przetwornicy statycznej, przez co całość mogła pracować na niskich obrotach (zmniejszenie poziomu hałasu pracy sprężarki);
- lokomotywę wyposażono w 2 komputery pokładowe – zasadniczy i pomocniczy;
- pojazdy tej serii produkowane po 2006 r. otrzymały bardziej zaokrągloną stylistykę pudła.

W 2006 r. opracowano modyfikację serii ЭП1 – ЭП1М, która miała zastąpić serie ВЛ60^{ПК} i ЧС4^Т w ruchu pasażerskim, a rok później – ЭП1П, różniące się stopniem przełożenia w stosunku do ЭП1М – 88/23 zamiast 85/26, przez co zwiększono siłę pociągową o 16,5%. Zmniejszeniu uległa także prędkość lokomotywy – z 140 km/h do 120 km/h.

Seria ЭП1П została przeznaczona do obsługi szlaków na rosyjskim Dalekim Wschodzie, gdzie występowały znaczne pochYLENIA linii i powszechne było zjawisko zawiłgoconych powierzchni szyn, pogarszające przyczepność lokomotywy. Zatem pojazdy serii ЭП1М musiano eksploatować w trakcji podwójnej przy obsłudze ciężkich pociągów pasażerskich (20 i więcej wagonów). Odmiana ЭП1П otrzymała oddzielną od ЭП1/ЭП1М numerację (od 001). Lokomotywy serii ЭП1М przydzielono do Dyrekcji: Krasnojarskiej, Październikowej, Nadwołżańskiej, Wschodniosyberyjskiej, Zachodniosyberyjskiej, Zabajkalskiej, Południowowschodniej i Północnokaukaskiej, a najwięcej pojazdów tej serii otrzymały lokomotywownie Rossosz' i Kawkaznaja. Seria ЭП1П, poza Dyrekcją Dalekowschodnią, jest eksploatowana także na szlakach Dyrekcji Wschodniosyberyjskiej (lokomotywownia Irkuck, wcześniej także lokomotywownia Krasnojarsk). Lokomotywy te mogą prowadzić pociągi pasażerskie o masie 1400 t przy spadkach 9% z prędkością 70 km/h. Seria ЭП1М odróżnia się od poprzedniczki ЭП1 między innymi inaczej urządzoną kabiną maszynisty, systemem diagnostyki pokładowej, nowym typem pantografu (TASs-10-02), korzystnie współpracującego z siecią trakcyjną. Dodatkowo, pojazd jest przystosowany do obsługi jednoosobowej. System sterowania pojazdem zamontowany w lokomotywie, nazwany ASUB „Lokomotiw”, łączy w sobie systemy: bezpieczeństwa KLUB (ros. Комплексное локомотивное устрой-

ство безопасности), hamowania automatycznego SAUT–CM, możliwości jazdy przy prędkości zadanej, a także ma cechy systemu diagnostycznego.

Seria ЭП10

W drugiej połowie lat 90. XX w. rosyjska fabryka z Nowoczerkaska – NEWZ podpisała umowę na zakup nowoczesnych technologii od niemieckiego koncernu Adranz. Porozumienie przewidywało możliwość wytwarzania przez rosyjskie fabryki na podstawie licencji aparatury elektrycznej nowej generacji, w tym przekształtników statycznych do zasilania silników trakcyjnych.

W latach 1998–2006 wyprodukowano serię próbną liczącą 12 lokomotyw oznaczonych jako ЭП10, które przydzielono do lokomotywowni Moskwa – Sortirowocznaja. Najbardziej widoczną zmianą w stosunku do pojazdów wcześniej produkowanych przez NEWZ było opracowanie pojazdu w wersji dwunapięciowej (3 kV DC, 25 kV 50 Hz). Pojazdy testowano na odcinkach, gdzie występują styki obu napięć: Moskwa – Adler, Moskwa – Mińsk – Brześć, Moskwa – St Petersburg – granica fińska. Lokomotywa – ze względu na potrzebę posiadania dużej mocy i siły pociągowej, i jednocześnie rozwijania dużych prędkości – otrzymała 3 dwuosiowe wózki (a nie 2 trzyosiowe wózki). Pojazd miał wszelkie cechy nowoczesności – poza silnikami asynchronicznymi, także sterowanie mikroprocesorowe, elektrodynamiczny hamulec odzyskowy i oporowy, zawieszenie pudła na wózkach w systemie flexicoil i inne. Zamontowano także używane na sieci RЖД systemy: bezpieczeństwa KLUB, sterowania hamulcami SAUT–CM, automatycznego prowadzenia pociągu i możliwość jednoosobowej obsługi. Silniki trakcyjne były zasilane przez przekształtniki tyrystorowe GTO (2 silniki – jeden przekształtnik). Zastosowanie bezobsługowych silników trójfazowych pozwoliło na zmniejszenie kosztów utrzymania o 30%. Seria ta mogła prowadzić pociągi złożone z 24 wagonów na pochyleniach 12‰ z prędkością 85 km/h, a także składy 20. wagonowe na pochyleniach 16‰ z prędkością 120 km/h. Jednak wykonanie lokomotywy przy dużo wyższych standardach jakościowych w stosunku do produkowanych wcześniej pojazdów (ВЛ10, ВЛ80) okazało się skomplikowane dla około 800 kooperantów fabryki z Nowoczerkaska. Skutkiem tego były częste nieplanowane przestoje tych lokomotyw, a także niskie oceny wystawione serii ЭП10 przez rosyjską prasę techniczną w 2007 r.



Na bazie lokomotyw towarowych serii ВЛ85 (25 kV 50 Hz) opracowano lokomotywy pasażerskie serii ВЛ65, a następnie ЭП1 (pojazdy na to samo napięcie); na zdjęciu ВЛ85-215 z pociągiem towarowym zmierzającym w kierunku zachodnim, mija stację Tajszet na magistrali transsyberyjskiej (4516 km), Rosja (30.07.2005 r.)

Fot. Helmut Uttenhaler



Seria ЭП1 (25 kV 50 Hz) ma wypełnić lukę po wycofanej już z ilostanu RЖД serii ЧС4 i wspomagać eksploatowaną obecnie serię ЧС4' na szlakach w europejskiej części Rosji; na zdjęciu ЭП1–074 z pociągiem pasażerskim na odcinku Saratów 1 – Trofimowskij 1, Powołże, Rosja (5.05.2007 r.)

Fot. Denis Ajdarow



Seria ЭП1 (25 kV 50 Hz) to ostatnio podstawowy – wraz z ВЛ80 pojazd trakcyjny do obsługi ruchu pasażerskiego w azjatyckiej części Rosji na liniach zelektryfikowanych napięciem 25 kV 50 Hz; na zdjęciu ЭП1М–497 z pociągiem pasażerskim (z wagonami UZ) relacji Kijów – Adler, okolice Rostowa nad Donem, Rosja (24.04.2010 r.)

Fot. Wadim Anochin



ЭП1М–512 (25 kV 50 Hz) z pociągiem pasażerskim, Rostów nad Donem, Rosja (6.02.2011 r.)

Fot. Wadim Anochin

Serie ЭС5К / 2ЭС5К / 3ЭС5К

Na początku 2003 r. kolejowe biuro projektowe WNIIE (ros. Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт электровозостроения, ВЭЛНИИ) oraz fabryka NEWZ rozpoczęły prace projektowe nad następcą dwuczłonowej lokomotywy serii ВЛ80, przystosowaną do pracy na liniach zelek-



ЭП1М-688 (25 kV 50 Hz) z pociągiem pasażerskim, okolice Rostowa nad Donem, Rosja (18.08.2011 r.)
Fot. Wadim Anochin



Dwusystemowa ЭП10-002 pos. pasażerskim (napięcie w sieci – 25 kV 50 Hz), okolice Rostowa nad Donem, Rosja (9.07.2009 r.)
Fot. Wadim Anochin



Dwusystemowa ЭП10-012 (napięcie w sieci – 3 kV DC), Dworzec Białoruski, Moskwa (18.02.2007 r.); pierwsza lokomotywa elektryczna z silnikami trójfazowymi dla RZD, zbudowana w kooperacji z Bombardierem
Fot. Dmitrij Sawin

tryfikowanych napięciem 25 kV 50 Hz. Efektem prac w okresie 7 miesięcy była także lokomotywa dwuczłonowa, oznaczona jako 2ЭС5К: 2 – liczba członów, Э/Е – elektrowóz, C/S – ros. *siekcyjnyj/członowy*, K – trakcyjne silniki kolektorowe (DC).

Exemplarz prototypowy został ukończony w grudniu 2004 r., a sierpniu 2005 r. zaprezentowany oficjalnie na corocznej wystawie taboru kolejowego w Szczerbince pod Moskwą. Następnie skierowano go na wykonanie prób w okolicach Bietorieczenska w Kraju Krasnodarskim (płd. część Rosji), po czym w marcu 2006 r. lokomotywa otrzymała certyfikat dopuszczenia do ruchu po sieci RZD. W kwietniu 2006 r. 4 lokomotywy serii 2ЭС5К wysłano do Dyrekcji Wschodniosyberyjskiej, gdzie pracowały na odcinku Suchowska – Ułan Ude, cechującym się dużymi spadkami, a także trudnym klimatem.

Seria oznaczona Э5К wraz z odmianami: 2ЭС5К, 3ЭС5К to elektrowozy odpowiednio, jedno, dwu- i trójczłonowe, wyposażone w silniki trakcyjne prądu stałego, rozruch oporowy (obecność transformatora pozwala łatwo regulować napięcie i natężenie z uzwojenia wtórnego) i elektrodynamiczny hamulec odzyskowy (sterowany z osobnego przekształtnika) i przeznaczone są do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem – nominalnie 25 kV 50 Hz, a w praktyce od 19 kV do 29 kV, przy temperaturach od –50°C do +50°C. Silniki trakcyjne są zawieszane systemem tramwajowym na łożyskach ślizgowych. Pierwszy stopień zawieszenia stanowią cylindryczne sprężyny, a drugi – sprężyny ustawione w systemie flexicoil. Sterowanie lokomotywą odbywa się za pośrednictwem komputera pokładowego (wyposażonego w system diagnostyczny), a maszynista może sterować lokomotywą w trybie całkowicie manualnym lub automatycznym. Lokomotywa jest wyposażona w systemy bezpieczeństwa: KLUB-U, SAUT-CM/485 i TSKBM.

Kabina maszynisty jest klimatyzowana oraz wyposażona w węzeł sanitarny. Elektrowóz serii 2ЭС5К „Ermak” jest w dużej mierze modyfikacją lokomotywy serii ВЛ80Р i częściowo ЭП1, gdzie poza zmianą stylistyki pudła, wymieniono także niektóre urządzenia na nowocześniejsze (np. transformator, silniki trakcyjne) i zamontowano między innymi przetwornicę statyczną pozwalającą na zwrot energii elektrycznej do sieci trakcyjnej podczas hamowania. Nie jest to zatem ściśle lokomotywa nowoczesna, a raczej modernizacja konstrukcji już eksploatowanych.

Jako pierwszy – w 2005 r. – wyprodukowano elektrowóz serii 2ЭС5К przeznaczony zasadniczo do obsługi ruchu towarowego. W 2007 r. opracowano człon środkowy (tzw. *booster*, pozbawiony kabin maszynisty), tworząc w ten sposób odmianę trójczłonową – 3ЭС5К. Część środkowa nie jest wyposażona w pantograf. Wcześniejsze serie – np. ВЛ80 do podniesienia mocy, eksploatowano w zestawieniu 1,5 lokomotywy (do elektrowozu dołączano jeden człon pochodzący od innej lokomotywy, który był wyposażony w kabinę maszynisty). Lokomotywy serii 2ЭС5К były wytwarzane na zamówienie RZD, jednak zapotrzebowanie na podobne pojazdy zgłosiły także koleje ukraińskie. Opracowano także wariant lokomotywy jednoczłonowej przeznaczonej do prowadzenia lekkich pociągów (towarowych, pasażerskich) oznaczony jako Э5К, gdzie wskutek niewielkiego natężenia ruchu nieuzasadnione jest utrzymywanie kolejnej serii pojazdów – np. ez., a lekkie lokomotywy mogą z powodzeniem prowadzić pociągi lokalne. Jednak RZD po zamówieniu około 30 pojazdów zrezygnowały z dalszych zakupów lokomotyw o tak małej mocy. Wszystkie Э5К rozdzielono między Dyrekcje Krasnojarską i Wschodniosyberyj-

ską. Lokomotywy serii 2ЭC5K wjeżdżają także na sieć kolejową Ukrainy.

Porównanie parametrów lokomotyw serii 2ЭC5K, 1.5x2ЭC5K i 2x2ЭC5K podano w tabeli 6.

Seria 2ЭC4K

Odmianą 2ЭC5K jest seria 2ЭC4K „Dończak” przystosowana do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem 3 kV DC. Seria 2ЭC4K ma zastąpić nienowoczesne ВЛ10/11. Część mechaniczna 2ЭC4K jest identyczna jak w 2ЭC5K, podobnie jak zastosowane systemy bezpieczeństwa ruchu (KLUB-U, SAUT-CM/485 i TSKBM) oraz diagnostyki, automatycznego prowadzenia pociągu, itp. Pozostawiono oporowy rozruch silników trakcyjnych, a nowością jest – podobnie jak w 2ЭC5K – montaż przetwornicy statycznej pozwalającej na zwrot energii elektrycznej do sieci podczas hamowania. Różnicą w stosunku do 2ЭC5K jest wyposażenie serii 2ЭC4K w elektrodynamiczny hamulec oporowy, równoległe z odzyskowym. Do połowy 2011 r. wyprodukowano łącznie 58 lokomotyw tej serii (ilostan na początek 2013 r. – 120 pojazdów), w tym 18 egzemplarzy skierowanych do lokomotywowni Biegowo leżącej w Dyrekcji Zachodniosyberyjskiej i 1 egzemplarz do lokomotywowni Krasnyj Liman, a pozostałe przydzielono do pracy w Dyrekcji Północnokaukaskiej (lokomotywni w Tuapse w okolicach Soczi).

Zasadniczo seria 2ЭC4K jest przeznaczona do pracy w ruchu towarowym, choć niekiedy prowadzi także pociągi pasażerskie. Jeden egzemplarz wyprodukowano dla kolei ukraińskich (UZ), przy stylistyce pudła od serii ЭП1М dla RЖД. W bliskiej przyszłości fabryka ŁTZ planuje samodzielne uruchomienie produkcji serii 2ЭC4K.



Seria 2ЭC5K (25 kV 50 Hz) to jedyna jednoczłonowa lokomotywa RЖД na napięcie 25 kV 50 Hz do obsługi lekkich pociągów towarowych i pasażerskich; na zdjęciu 2ЭC5K-015 z „pociągiem” podmiejskim relacji Kirienga – Lena na stacji końcowej, magistrala BAM, wschodnia Syberia, Rosja (6.07.2008 r.)
Fot. Dmitrij Krieczetow

Serie 2ЭЛ5 i 2ЭЛ4

Na zamówienie kolei ukraińskich opracowano w NEWZ odmianę serii 2ЭC5K – 2ЭЛ5, przy czym pierwszy egzemplarz złożono całkowicie w fabryce w Nowoczerkasku z udziałem specjalistów ukraińskich. Kolejna lokomotywa – 2ЭЛ5–002 została zmontowana w fabryce ŁTZ w Ługańsku z wykorzystaniem komponentów

Porównanie parametrów lokomotyw serii 2ЭC5K, 1.5x2ЭC5K i 2x2ЭC5K

		2 człony (1 lokomotywa)	3 człony (1,5 lokomotywy)	4 człony (2 lokomotywy)
Układ osi		Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo' + Bo'Bo'	Bo'Bo' + Bo'Bo' + Bo'Bo' + Bo'Bo'
Moc godzinna efektywna	kW	> 6560	> 9840	> 13 120
Siła pociągowa przy mocy godzinnej	kN	464 (47,3)	696 (71,0)	928 (94,6)
Prędkość przy mocy godzinnej	km/h	49,9	49,9	49,9
Moc ciągła na wałach silników trakcyjnych	kW	6120	9180	12 240
Siła pociągowa przy mocy nominalnej	kN	423 (43,1)	634 (64,7)	846 (86,2)
Masa lokomotywy	t	192	288	384
Długość całkowita	mm	35 004	52 506	70 008



„Booster” to korzystniejsze rozwiązanie, gdy lokomotywa musi poprowadzić bardzo ciężki pociąg, zamiast budować tak silne pojazdy jak ВЛ85 (25 kV 50 Hz, 10 000 kW), korzystniej jest wyprodukować lokomotywy mniejsze, które zawsze można rozbudować przez włączenie „boostera”; 2ЭC5K-035 (25 kV 50 Hz), północna część lokomotywowni Batajsk, okolice Rostowa nad Donem, Rosja (22.08.2008 r.)

Fot. Wadim Anochin



Seria 2ЭC4K to odpowiednik 2ЭC5K przeznaczony do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem 3 kV DC; 2ЭC4K-037 na stacji Kriwienkowskaja, w tle jeden z kaukaskich szczytów – Indiuk, Kraj Krasnodarski, południowa część Rosji (10.07.2010 r.)
Fot. Konstantin Chartamow

rosyjskich. W miarę produkcji lokomotyw, fabryka ŁTZ wprowadzała własne rozwiązania techniczne (np. nowe wózki, od numeru 008). Różnice między 2ЭC5K i 2ЭЛ5 (2ЭC4K i 2ЭЛ4) sprowadza-

ją się do innej aranżacji kabin maszynisty oraz nieznacznie zmienionej części elektrycznej. Obecnie UZ eksploatują odpowiednio 18 i 3 egzemplarze 2ЕЛ5/2ЕЛ4, przypisane do lokomotywni Kotowski (Dyrekcja Odeska) i Krasnyj Liman (Dyrekcja Przydnieprowska). UZ planują zakup większej partii lokomotyw na prąd stały – ŁTZ ma dostarczyć ok. 220 lokomotyw serii 2ЕЛ4 dla Dy-



Seria 2ЕЛ5 (25 kV 50 Hz) to odmiana lokomotyw 2ЭС5К, wytwarzana dla UZ wspólnie przez NEWZ i ŁTZ; na zdjęciu 2ЕЛ5-001 na stacji Kijów Moskiewski (14.03.2006 r.)
Fot. Denis Iwanow



2ЕЛ5-018 (25 kV 50 Hz) na odcinku Kotowski – Pobereże, okolice Odessy, Ukraina (17.08.2011 r.)
Fot. Leonid Andronow



2ЕЛ4-002 (3 kV DC) na w pobliżu stacji Zownaja, okolice Doniecka, Ukraina (27.06.2011 r.)
Fot. Leonid Andronow

rekcji Donieckiej. Przewidziano maksymalną unifikację z taborem już posiadanym.

Serie ЭП2К

Elektrowóz serii ЭП2К to pierwsza lokomotywa pasażerska, przeznaczona do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem 3 kV DC wyprodukowana całkowicie w Rosji (fabryka w Kołomnie). Jest to konstrukcja bazująca na lokomotywach spalinowych serii ТЭП70БС (stylistyka pudła, konstrukcja wózków, system sterowania pojazdem, itp.), przy czym część elektryczną wyprodukowały zakłady NEWZ. W zamyśle RЖД, lokomotywy serii ЭП2К zastąpią serię ЧС2 lub zostaną przydzielone do lokomotywni nieposiadających lokomotyw pasażerskich na napięcie 3 kV DC (zatem na sieci RЖД dość licznych) i obsługujących ruch pasażerski z użyciem elektrowozów serii ВЛ10/11.

Nie jest to lokomotywa nowoczesna – pozostawiono energochłonny rozruch oporowy. Trzyosiowe wózki lokomotywy są zbudowane z dwóch stalowych podłuznic, połączonych ze sobą trzema poprzecznikami. Pudło spoczywa na wózkach poprzez czopy skrzytu. Sity pociągowe i hamujące są przenoszone przez ciężko zamontowane między ramą wózka i dolną częścią pudła. Zestawy kołowe są prowadzone przez przewodniki maźnic, zamontowane między widłami maźniczymi i przyspawane do podstawy belek poprzecznych wraz z cylindrycznymi, asymetrycznymi uchwytami. Zawieszenie na sprężynach spiralnych pozwala na ugięcie statyczne do 180 mm. Układ zawieszenia uzupełniają 4 pionowe i 2 poziome tłumiki, zawieszane między ramą wózka i pudłem. Elektryczne silniki trakcyjne, całkowicie usprężynowane, przenoszą moment obrotowy na koła przez jednostopniową przekładnię zębatą. Kabiny maszynisty wykonano z tworzywa sztucznego, a przednie szyby wytrzymują zderzenie z przedmiotem o masie 0,5 kg poruszającego się z prędkością do 320 km/h. Kabina maszynisty posiada klimatyzację, ergonomiczny pulpit oraz ogrzewanie wnętrza, pozwalające utrzymać wewnątrz temperaturę +24°C, przy zewnętrznych od -50°C do +40°C.

Podczas testów na odcinku Barabińsk – Omsk – Nowosybirsk w listopadzie i grudniu 2006 r. seria spisywała się zadowalająco w warunkach syberyjskiej zimy – obfitych opadach śniegu, silnych wiatrach i temperaturze średniej -30°C. Lokomotywy tej serii testowano także na odcinkach w europejskiej części Rosji – St Petersburg – Swir'/Botogoje, w sierpniu i wrześniu 2007 r. Po wprowadzeniu poprawek seria została zatwierdzona do produkcji seryjnej dwuetapowo – początkowo RЖД miały zakupić serię próbną – 25 lokomotyw i docelowo 514 pojazdów, a we wrześniu 2007 r. podpisano umowę na zakup 103 lokomotyw w okresie 3 lat. Według kierownictwa RЖД, w pierwszej fazie 160 lokomotyw zostanie przekazanych do Dyrekcji Zachodniosyberyjskiej, a 100 kolejnych do obsługi linii Moskwa – St Petersburg (lokomotywnia St Petersburg Moskiewski).

Ostatecznie RЖД zamówiły w przedsiębiorstwie „Transszholding” 178 elektrowozów tej serii, które powinny być dostarczone do 2012 r. Do września 2011 r. dostarczono 121 lokomotyw. Pierwsze dwa egzemplarze ЭП2К przydzielono odpowiednio do lokomotywni Barabińsk (zachodnia Syberia) i St Petersburg, a kolejne do wspomnianych lokomotywni – odpowiednio 36 i 6 egzemplarzy. W dwóch lokomotywach zamontowano próbnie system automatycznego prowadzenia pociągu.

Jest to elektrowóz 6-osiowy (układ osi Co'Co'), o prędkości konstrukcyjnej 160 km/h i masie 135 t. Wyposażony jest w ha-

mulec elektrodynamiczny oporowy o mocy 4000 kW oraz standardowe systemy bezpieczeństwa RŽD – KLUB-U, TSKBM i SAUT.

Serie 2ЭC6 i 2ЭC10

Na początku grudnia 2006 r. w Uralskiej Fabryce Pojazdów Szynowych (ros. UZŹD), położonej w miejscowości Wierchnaja Pryszma w okolicach Jekaterinburga (d. Swierdłowski), zaprezentowano prototypową lokomotywę serii 2ЭC6. RŽD zamówiły w październiku 2004 r. w UZŹM pojazdy nowej generacji, których dostawy będą realizowane do 2015 r.

Pojazd serii 2ЭC6 to lokomotywa dwuczłonowa, o układzie osi Bo'Bo' + Bo'Bo', przystosowana do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem 3 kV DC, a jednocześnie pierwszy elektrowóz wyprodukowany w fabryce UZŹM. Masa lokomotyw wynosi 200 t (nacisk 25 t/os), a moc 6400 kW. Część mechaniczną serii 2ЭC6 opracowali specjaliści z ośrodka badawczego WNIKT z Kotonny, a część elektryczną – UZŹM. Pojazd otrzymał trakcyjne silniki prądu stałego, rozruch oporowy, przetwornicę statyczną pozwalającą na zwrot energii elektrycznej podczas hamowania oraz system mikroprocesorowego sterowania.

Pierwszy prototypowy egzemplarz 2ЭC6 opuścił bramy fabryki w marcu 2007 r. i został skierowany do wykonania prób techniczno-ruchowych na torze doświadczalnym w Szczerbince pod Moskwą, a później przydzielony do lokomotywowni Jekaterinburg Towarowy znajdującej się w Dyrekcji Swierdłowskiej w ramach eksploatacji nadzorowanej. Dotychczas RŽD zakupiły około 150 egzemplarzy tych lokomotyw, które w bliskiej przyszłości zastąpią nienowoczesne ВЛ11. Porównanie kosztów utrzymania i przebiegów międzynaprawczych obu serii wskazuje na zmniejszenie kosztów utrzymania o 15% i wydłużenie przebiegów o 50%. Planowana jest produkcja około 120 lokomotyw rocznie, począwszy od 2010 r.

W listopadzie 2010 r. zaprezentowano oficjalnie nową lokomotywę elektryczną serii 2ЭC10 przeznaczoną do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem 3 kV DC zbudowaną wspólnie z Siemensem w fabryce Grupy Sinara w Wierchniej Pyszmie, o układzie osi Bo'Bo' + Bo'Bo', mocy 8400 kW, masie 200 t, prędkości maksymalnej 120 km/h i maksymalnej sile pociągowej 784 kN. Założono ich użycie do prowadzenia pociągów towarowych o masie do 9000 t. Seria 2ЭC10 powstała na bazie lokomotywy serii 2ЭC6, przy czym seria zamiast silników trakcyjnych prądu stałego z rezystorowym systemem rozruchu silników trakcyjnych (zastosowanych w 2ЭC6), 2ЭC10 otrzymała już silniki asynchroniczne oraz przekształtniki główne i pomocnicze opracowane przez Siemens. Produkcję seryjną 2ЭC10, nazwanej *Granit*, uruchomiono w 2011 r. Nie planuje się produkcji lokomotyw dwysystemowych (3 kV i 25 kV 50 Hz) ze względu na większe koszty, nieuzasadnione w warunkach pracy RŽD. Dotychczasowy system pracy – zmiana napięcia w sieci trakcyjnej na wybranych stacjach, sprawdza się dobrze w przypadku pociągów towarowych, gdy nie jest potrzebny krótki czas postoju pociągu na stacji, w przeciwieństwie do pociągów pasażerskich. Poza tym, eksploatacja lokomotyw o większej mocy niż dotychczas posiadane przez RŽD pojazdy, a także zwiększenie masy brutto pociągów ze średniej 6300 t do 9000–10 000 t wymaga także wzmocnienia mocy podstacji zasilających. Dotychczasowe wyniki eksploatacyjne są pozytywne – seria 2ЭC10 może prowadzić pociągi o masie 6000–7000 t na wzniesieniach 30‰ w trakcji pojedyn-



ЭП2К-117 (3 kV DC), wystawa „Expo 1520”, Szczerbinka pod Moskwą (9.09.2011 r.)
Fot. Siergiej Frolow



ЭП2К to pierwsza lokomotywa pasażerska na napięciu 3 kV DC w całości zaprojektowana i wyprodukowana w Rosji, która ma zastąpić serie 4С2 i 4С2Т; na zdjęciu ЭП2К-060 z pociągiem pasażerskim na odcinku Jekaterinburg-Sortirowocznoj – Siewierka, Rosja (6.09.2011 r.)
Fot. Dmitrij Swiażyn

czej, na których serię ВЛ11 należało eksploatować w trakcji podwójnej.

Na początku lutego 2012 r. koleje ukraińskie (UZ) podpisały kontrakt na dostawę w latach 2012–2014 50 szt. lokomotyw elektrycznych do obsługi ruchu towarowego, z których 49 będzie serii 2ЭC10 (*Granit*), a jeden egzemplarz serii 2ЭC6 (*Sinara*). Miejscem eksploatacji obu serii będzie linia magistralna Lwów – Stryj – Czop, charakteryzująca się trudnym profilem (pogórze Karpat). W czasie prób lokomotyw obu serii w lutym 2012 r., wypożyczonych od RŽD (2ЭC10-012 i 2ЭC6-147) okazało się, że 2ЭC10 wyposażona w trójfazowe silniki trakcyjne może zastąpić eksploatowaną obecnie ВЛ11 (z silnikami prądu stałego) i jedna lokomotywa 2ЭC10 swobodnie prowadzi pociąg o masie ok. 6500 t, który wcześniej był prowadzony przez 2–3 lokomotywy serii ВЛ11 (w tym jedną jako popychającą).

Wraz z przybyciem fabrycznie nowych lokomotyw serii 2ЭC10/6, wszystkie ВЛ11 z Dyrekcji Lwowskiej zostaną przekazane do Dyrekcji Prydniewproskiej i Południowej. Szacuje się, że wprowadzenie do eksploatacji na sieci UZ serii 2ЭC10 spowoduje skrócenie czasu jazdy o 15% i zmniejszenie kosztów eksploatacji o 10%.

Serie ЭП20 i 2ЭС5

W połowie lutego 2011 r. zakłady NEWZ z Nowoczerkaska wchodzące w skład zjednoczenia Transmaszholding, którego udziałowcem jest Alstom (25% akcji), wyprodukowały prototypową lokomotywę elektryczną, z wykorzystaniem francuskich technologii.



2ЭС6-114 „Sinara” (3 kV DC) na terenie macierzystej lokomotywowni Jekaterinburg–Sortirowocznoj, Rosja (21.06.2011 r.) Fot. Dmitrij Swiażyn

Stylistykę pojazdu zaprojektowała agencja Velnii. Jest to lokomotywa dwunapięciowa (3 kV DC; 25 kV 50 Hz), o oznaczeniu ЭП20, jednoczłonowa, o układzie osi Bo'Bo'Bo', mocy (ciągłej/godzinnej) 6000/7200 kW, prędkości maksymalnej 220 km/h i masie 129 t. Duża moc pozwoli na prowadzenie pociągów pasażerskich złożonych do 24 wagonów z prędkością 160 km/h lub do 17 wagonów z prędkością 200 km/h.

Obecnie produkowane przez NEWZ dla RЖД lokomotywy elektryczne z rodziny ЭП1 mogą prowadzić pociągi złożone z 19 wagonów pasażerskich z prędkością maksymalną 140 km/h. Pojazd serii ЭП20 jest wyposażony w asynchroniczne silniki trakcyjne, sterowane przez falowniki oparte na tranzystorach IGBT. Każdy falownik zasilają jeden silnik trakcyjny, o mocy 1200 kW, całkowicie usprężynowany, który jest zawieszony na ramie wózka. W przedniej części lokomotywy znajdują się elementy zdolne w momencie zderzenia pochłonąć energię do 4 MJ. Koła monoblokowe nie wymagają wymiany wcześniej niż po przejechaniu 1 mln km. Ich średnica wynosi 1250 mm i dla zabezpieczenia przed poślizgiem są smarowane smarem stałym. Przekazanie napędu z silnika na koła odbywa się za pomocą trójstopniowej przekładni. Na dachu pojazdu znajdują się 4 pantografy, po dwa do współpracy z każdym systemem zasilania. Transformator ma 6 uzwojeń wtórnych, plus dodatkowe przeznaczone na ogrzewanie wagonów.



Współpraca Siemens i rosyjskich odpowiedników zaowocowała wyprodukowaniem lokomotyw towarowych serii 2ЭС10, zbudowanych w oparciu o serię 2ЭС6 (wspólna część mechaniczna), na zdjęciu 2ЭС10-002 na odcinku Chrusztalnaja – Siewierka, okolice Jekaterinburga, Rosja (9.04.2012 r.) Fot. Dmitrij Swiażyn

Zawieszenie pudła na wózkach zrealizowano za pomocą systemu flexicoil. Lokomotywa jest wyposażona w hamulec elektrodynamiczny odzyskowy i oporowy (moc 4500 kW). Maksymalna siła pociągowa jest równa 450/350 kN, a ciągną – 325/250 kN (pod napięciem odpowiednio 25 kV/3 kV). Część elektryczna i mechaniczna ЭП20 jest pochodną rozwiązań zastosowanych w lokomotywach Prima I i II dostarczonych dla SNCF. Seria ЭП20 będzie swoistym poligonem doświadczalnym dla całej rodziny pojazdów nowej generacji produkowanych dla RЖД (szczegóły w tabeli 7). Seryjną produkcję lokomotyw serii ЭП20 planuje się uruchomić w 2013 r., a docelowym miejscem eksploatacji będą linie Moskwa – Adler przez Charków i Moskwa – Symferopol w komunikacji Rosja – Ukraina. W listopadzie 2011 r. nową lokomotywę zaprezentowano kolejom białoruskim: linia Moskwa – Mińsk – Brześć to jeden z planowanych odcinków eksploatacji tej serii (w tym występuje styk obu systemów zasilania). Na początku grudnia 2012 r. ЭП20 poprowadziła pierwszy pociąg planowy po sieci RЖД – Newski Ekspres z Moskwy do St Petersburga z prędkością rozkładową 200 km/h.



2ЭС10-006 „Granit” (3 kV DC) z ciężkim pociągiem (7000 t) na odcinku Jekaterinburg–Sortirowocznoj – Siewierka, Rosja (15.04.2011 r.) Fot. Dmitrij Swiażyn

Kolejnym pojazdem zbudowanym przez NEWZ we współpracy z Alstomem jest lokomotywa serii 2ЭС5 – jest to rozwinięcie serii ЭП20 (unifikacja obu konstrukcji jest na poziomie 75%), przy czym jej przeznaczeniem będzie obsługa ruchu towarowego. Porozumienie o zaprojektowaniu i zbudowaniu pojazdu tej serii podpisano we wrześniu 2010 r., w kwietniu 2011 r. zaprezentowano makietę, a we wrześniu 2011 r. bramy fabryki opuścił pierwszy pojazd tej serii. Jest to lokomotywa dwuczłonowa, o układzie osi Bo'Bo'+Bo'Bo', jednosystemowa (25 kV 50 Hz), wyposażona w jednostopniową przekładnię, i silniki zawieszane systemem tramwajowym na osi wózka.

Pojazd jest wyposażony w ergonomiczne i klimatyzowane kabiny maszynisty oraz diagnostyczny system sterowania. Lokomotywa ma możliwość hamowania elektrodynamicznego – odzyskowego o mocy 7600 kW i oporowego – o mocy 5600 kW. Lokomotywy obu serii przystosowano do pracy w trudnych wa-

runkach klimatycznych (temperatury do -50°C) – zastosowano wydajne ogrzewanie aparatury elektronicznej czy bocznych lusterek, odpowiednie substancje smarujące w maźnicach i przekładniach, wytrzymałe niskie temperatury, a wyłącznik próżniowy otrzymał zasilanie elektryczne zamiast pneumatycznego.

Tabela 7

Plany budowy lokomotyw dla RZD przez konsorcjum Alstom-NEWZ

	3 kV DC	3 kV DC, 25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz
Lokomotywy pasażerskie			
Bo'Bo'Bo'	ЭП2	ЭП20	ЭП3
Bo'Bo'	ЭП4	–	ЭП5
Bo'Bo+Bo'Bo'	–	2ЭСП40	–
Lokomotywy towarowe			
Bo'Bo'Bo'	Э2	Э20	ЭС3
Bo'Bo'Bo+Bo'Bo'Bo'	2ЭС2	2ЭС20	2ЭС3
Bo'Bo+Bo'Bo'	2ЭС4	2ЭС40	2ЭС5

Seria ВЛ40

Pod koniec lat 90. nowo powstałe koleje ukraińskie pilnie potrzebowały pojazdów do prowadzenia stosunkowo lekkich – jak na miejscowe warunki, 9–11 wagonowych pociągów pasażerskich na liniach zelektryfikowanych napięciem 25 kV 50 Hz, do których dotychczas eksploatowane dwuczłonowe lokomotywy ВЛ80 plus odmiany były za silne (6100 kW), natomiast większość już wtedy wiekowych jednoczłonowych lokomotyw serii ВЛ60ПК została skasowana. Ponieważ zakup nowych pojazdów był niemożliwy, zdecydowano o przebudowie już posiadanych pojazdów – ВЛ80Т i ВЛ80С z dwuczłonowych na jednoczłonowe. Przebudowa, choć nie była procesem skomplikowanym, to jednak wiązała się z istotną ingerencją w układ elektryczny pojazdu, ponieważ producent nie przewidział eksploatacji lokomotyw w innej formie niż dwuczłonowej (podobnie jak w dostarczonej dla PKP serii ET42). Zatem wytypowano z bazy zapasów taboru UZ w Cwietkowie niektóre egzemplarze ВЛ80Т, po czym w zakładach remontowych UZ we Lwowie (LLRZ) i Zaporoziu (ZLRZ) dokonano przebudowy na ВЛ40У. Zakłady w Zaporoziu, które modernizowały lokomotywy serii ЧС2 na ЧС2К, wymieniając także pudła w tych pojazdach (stylistycznie zbliżonych do ЧС8), podobnie postąpiły w przypadku serii ВЛ40У. Zakłady remontowe we Lwowie w lokomotywach modernizowanych u siebie, montowały inne pudła niż ZLRZ, o ostrzejszej stylistyce. Dodatkowo, pojazdy otrzymały nowocześniejsze urządzenia – np. zamiast rozdzielacza faz, zabudowano kondensatory rozruchowe, a także nowe wentylatory, sprężarki, podobne do montowanych w dostarczanych dla RZD lokomotywach serii Э5К i ЭП1.

Lokomotywy serii ВЛ40У przetestowano na odcinku Kijów – Nieżyn – Czernihów, po czym przydzielono je do lokomotywowni w Kotowsku (Dyrekcja Odeska), Lwów-Zachód, Żmerynka i Czernihów. ВЛ40У prowadzą tylko lekkie pociągi pasażerskie, tj. ciągnięcie ciężkich 15–20-wagonowych składów w przeszłości było problematyczne. Podobnie wskutek zbyt mało wydajnych sprężarek, seria ta nie może prowadzić pociągów towarowych.

Seria ДЕ1

Na początku lat 90. zdecydowano o opracowaniu nowego elektrowozu (3 kV DC) dla UZ, który miałby zastąpić wiekowe ВЛ8, eks-



Wynik współpracy Alstom i NEWZ – dwusystemowa lokomotywa pasażerska serii ЭП20 (na zdjęciu ЭП20-001; napięcie w sieci 3 kV DC), wystawa „Expo 1520”, Szczerbinka pod Moskwą (9.09.2011 r.)

Fot. Siergiej Frolow
oraz dwuczłonowa lokomotywa towarowa serii 2ЭС5-001 na linii zelektryfikowane napięciem 25 kV 50 Hz (17.06.2011 r.)

Fot. © Transmaszholding, dzięki uprzejmości p. Jaromíra Perníčka



?Ograniczone środki finansowe zmuszały do działań doraźnych – ВЛ40У-1391-2 (25 kV 50 Hz), Winnica, Ukraina (12.09.2009 r.)

Fot. Michaił Kulgejko

ploatowane przez Dyrekcje Doniecką i Przydnieprowską. Pierwsze 2 egzemplarze – ДЕ1 (numery 001 i 002) stały się poligonem doświadczalnym i po zakończeniu prób zostały skasowane. Ogółem wyprodukowano 40 lokomotyw tej serii do 2008 r.

Lokomotywa serii DE1 jest dwuczłonową lokomotywą przeznaczoną do pracy w ruchu towarowym na liniach zelektryfikowanych napięciem 3 kV DC. Pudło lokomotywy jest całkowicie spawane, wzmacniane kształtownikami. Wózki są dwuosiove, z maźnicami podobnymi do zastosowanych w elektrowozach



Młode, choć nienowoczesne DE1 (3 kV DC), na zdjęciu DE1-015, stacja Kramatorsk, wschodnia część Ukrainy (24.10.2010 r.) Fot. Michaił Kulgejko



DE1-006 (3 kV DC), lokomotywownia Niżniednieprowsk-Uzieł (okolice Dniepropietrowska, 4.05.2009 r.) Fot. Witalij Dwiżeniec



Seria DC3 (25 kV 50 Hz), wspólny produkt Siemens i wytwórni ukraińskich (DEWZ), to pierwsze lokomotywy z silnikami trójfazowymi na sieci UZ, na zdjęciu DC3-001 z pociągiem pasażerskim na stacji Kijów (24.04.2004 r.) Fot. Denis Iwanow

Škody serii 4C4. Podobnie jak w czeskiej konstrukcji, oparcie pudła na wózkach odbywa się poprzez dwa elementy metalowo-gumowe, a połączenie pudła-wózki jest zrealizowane za pośrednictwem sprężyn i wieszaków łączących się z wózkiem w dolnej części. Na dachu lokomotywy znajdują się rezystory rozruchowo-hamulcowe, zbiorniki sprężonego powietrza oraz symetryczne pantografy. Silniki trakcyjne mogą być łączone szeregowo, szeregowo-równoległe i równoległe. Każdy silnik jest zasilany napięciem 1,5 kV, a dwa silniki są połączone szeregowo w grupy. Lokomotywa ma możliwość jazdy na 23. pozycjach oporowych, a ogółem występuje 56 pozycji nastawnika jazdy. Hamulec elektrodynamiczny oporowy, w jaki wyposażona jest lokomotywa, sterowany jest przez przetwornicę statyczną. Możliwe jest także hamowanie odzyskowe. Lokomotywa ma system sterowania i diagnostyki MSUD.

W styczniu 2009 r. wszystkie elektrowozy tej serii – 24 szt. były przydzielone do lokomotywowni Dniepropietrowsk – Niżniednieprowsk Uzeł i Krasnyj Liman. Seria ta była konstrukcją nieudaną – do najczęstszych wad zaliczano skłonność do boksowania kół (wpadanie w poślizg) oraz niedopracowaną część elektryczną.

Seria DC3

Pojazd serii DC3 jest lokomotywą pasażerską przeznaczoną do pracy na liniach zelektryfikowanych napięciem 25 kV 50 Hz wyprodukowaną przez konsorcjum Dniepropietrowskiej Fabryki Lokomotyw Elektrycznych (DEWZ) i koncernu Siemens dla kolei ukraińskich. Niemiecki kooperant dostarczył część elektryczną lokomotyw, w tym przekształtniki główne i pomocnicze oraz system sterowania pojazdem (część elektryczna lokomotywy DC3 wyprodukowana przez Siemens jest identyczna, jak w lokomotywach serii 189 dostarczanych dla kolei niemieckich DB, w tym przekształtniki tranzystorowe IGBT), a DEWZ – silniki trakcyjne, urządzenia pomocnicze. Część mechaniczna lokomotywy serii DC3, opracowana przez DEWZ, została zunifikowana z częścią mechaniczną elektrowozu serii DE1 (np. identyczne są dwuosiove wózki), czy też sposób oparcia pudła na wózkach (system flexicoil), a także zawieszenie silników trakcyjnych na wózkach system tramwajowym. Przeniesienie sił hamowania na między pudłem a wózkiem jest identyczne, jak w lokomotywach serii ВЛ85, ЭП1 i 2ЭС5К (skośne ciągła).

W lokomotywie zamontowano asynchroniczne silniki trakcyjne o mocy 1200 kW każdy zasilanych przez przekształtniki główne (jeden przekształtnik zasila 2 silniki napięciem 2,2 kV). Urządzenia pomocnicze znajdujące się w lokomotywie (np. sprężarki, wentylatory silników trakcyjnych) także są napędzane przez silniki trójfazowe. Masa lokomotywy wynosi 90 t, prędkość konstrukcyjna 160 km/h.

Wszystkie lokomotywy tej serii przydzielono do lokomotywowni Kijów Pass. Po kilku latach eksploatacji i zakupie 18 szt. DC3 koleje ukraińskie (UZ) zaprzestały przyjmowania na swój stan tej serii (planowano zakupić 100 lokomotyw). Powodem były nieplanowe przestoje spowodowane działaniem przekaźnika zanikowo-napięciowego, wyłączającego się przy spadku napięcia poniżej 21,5–22,0 kV (przy nominalnych 25 kV) oraz częstotliwości poniżej 49,9 Hz unieruchamiającego tym samym lokomotywę. Powodem obniżania parametrów napięcia podawanego przez podstacje były często kursujące ciężkie pociągi towarowe o masie od 4000–6000 t, na niektórych odcinkach UZ wchodzących w skład Dyrekcji Południowo-Zachodniej i Południowej, w szcze-

gólności linii Nieżyn – Czernihów, Korosteń – Nowogród Wołyński – Szepietówka, Hrebinka – Połtawa. UZ zdecydowały, iż na linii Nieżyn – Czernihów zamiast lokomotyw serii ДС3 pociągi pasażerskie będą prowadzić inne pojazdy – ЧС4, ЧС8 i ВЛ40У.

Seria ВЛ11М/6

W połowie października 2011 r. cztery podmioty – fabryka lokomotyw elektrycznych z Tbilisi (Gruzja), Koleje Ukrainy, GP Ukraińskich Kolei Państwowych i AO Elektrowozstroitel podpisały porozumienie o wyprodukowaniu 110 dwuczłonowych lokomotyw elektrycznych dla UZ, przy czym 45% podzespołów do lokomotyw zostanie wyprodukowana na Ukrainie, a same pojazdy dostarczone dla UZ w latach 2012–2016. W poszczególnych latach będą dostarczone odbiorcy: 24 pojazdy (2012 r.), po 30 pojazdów (2013 i 2014 r.), 16 pojazdów (2015 r.) i 10 pojazdów (2016 r.).

W planach UZ jest zastąpienie serią ВЛ11М/6 pochodzącą jeszcze z lat 60. serii ВЛ8, eksploatowaną w Dyrekcji Przyniowskiej (wschodnia Ukraina).

Lokomotywa serii ВЛ11М/6 jest modyfikacją wytwarzanej dotychczas serii ВЛ11 i ВЛ11М (projekt pochodzi z 1975 r.), przeznaczoną do pracy w ruchu towarowym na liniach zelektryfikowanych napięciem 3 kV DC. Jest to lokomotywa dwuczłonowa, w której pozostawiono trakcyjne silniki prądu stałego oraz rozruch oporowy, jednak pojazd otrzymał kilka nowoczesnych rozwiązań (w porównaniu z ВЛ11) – przetwornice statyczne (przekształtniki pomocnicze) wyprodukowane przez czeską firmę Di-Elkom:

- DCB1.1. do sterowania hamulcem odzyskowym;
- DAC15 do przetwarzania napięcia 3 kV DC na 400 V DC i dalej na 220 V ~AC (zasilanie klimatyzacji i ogrzewania kabiny), 110 V DC (ogrzewanie podłogi i przednich szyb), 68 V DC (ładowanie baterii), 50 V DC (zasilanie instalacji elektrycznej w lokomotywie – np. oświetlenia) i 24 V DC (zasilanie lodówki, systemu sterowania pojazdem, itp.).

Część mechaniczna lokomotywy (np. zawieszenie pierwszego stopnia na resorach piórowych) pozostała bez zmian. Zamontowano ergonomiczne stanowisko pracy maszynisty, klimatyzowane kabiny, mikroprocesorowy system sterowania Kontroler-ВЛ11, system przeciwpożarowy Nitka-ВЛ11, a pudło lokomotywy otrzymało bardziej opływową stylistykę wykonaną przez firmę OOO PKPP MDS z Dniepropietrowska. Obecnie na sieci UZ pracuje około 10 egzemplarzy tych lokomotyw, numerowanych powyżej 479 (np. ВЛ11М/6-480). Miejscem stacjonowania serii jest lokomotywnia Melitopol we wschodniej Ukrainie.

Seria БКГ1

Koleje białoruskie zamówiły w marcu 2010 r. 12 dwuczłonowych lokomotyw elektrycznych serii БКГ-1 (ros. BKG – Białorus’ Kitaj Gruzowyj), wzorowanych na francuskich Primach I i chińskich ХХD2, produkowanych w fabryce w Dantong w Chinach (CNR Datong Electric Locomotive) od sierpnia 2011 r. (wartość kontraktu to 82 mln euro, i jest to pożyczka chińskich banków, w tym Exim Banku). Dostawcą części elektrycznej był koncern Bombardier (Bombardier CPC propulsion systems), systemów hamulcowych – Knorr-Bremse, a transformatorów – oddział koncernu ABB w Dantong. Pojazdy te o mocy całkowitej 9660 kW, prędkości maksymalnej 120 km/h i układzie osi Bo’Bo’+Bo’Bo’, przystosowane są do pracy pod napięciem 25 kV 50 Hz. Pociągi towarowe o masie brutto 7000–9000 t docierające z Rosji do stacji BC Orsza, dotychczas – ze względu na zbyt niską moc lokomotyw



ДС3-010 (25 kV 50 Hz) z pociągiem dalekobieżnym opuszcza Kijów (22.10.2011 r.)
Fot. Siergiej Frolow



ВЛ11М/6-480 (3 kV DC) z pociągiem towarowym między stacjami Pławin i Tawri-
czensk, okolice Zapożoża, Ukraina (27.07.2011 r.)
Fot. Leonid Andronow



Dwie ВЛ11 (3 kV DC), w tym jedna nr 108 z pociągiem towarowym na stacji Ławocz-
ne na linii magistralnej Lwów – Stryj – Czop, Ukraina (5.02.2010 r.)
Fot. Leonid Andronow

serii ВЛ80 (godzinna 6520 kW), musiały być dzielone do masy brutto z przedziału 4700–5400 t.

Pierwsze egzemplarze lokomotyw БКГ1, które dostarczono w maju 2012 r. (przez Kazachstan i Rosję), zostały przetestowane na sieci BC przez specjalistów z Chin i Niemiec, którzy przeszkolili białoruskich maszynistów (pierwsze szkolenia personelu BC

miały miejsce jeszcze w Chinach w 2011 r.). Kolejnym etapem było uzyskanie świadectwa dopuszczenia do ruchu po pozytywnym zaliczeniu prób dynamiczno-ruchowych przez białoruski urząd transportu kolejowego. Pojazdy będą serwisowane przez specjalistów z Chin (około 30 osób), a już wstępne szacunki mówią o niższych o 20% kosztach remontów i utrzymania oraz wydłużeniu przebiegów międzynaprawczych w stosunku do dotychczasowego taboru BC. Obsługa pojazdów wg przepisów BC musi

być dwuosobowa, a redukcja do obsady jednoosobowej będzie możliwa po zamontowaniu nowego systemu bezpieczeństwa ruchu na sieci BC. Do końca 2012 r. dostarczono BC łącznie 6 lokomotyw, które są używane, poza linią magistralną (Moskwa – Orsza – Mińsk – Brześć, także Osipowicze – Mińsk – Mołodeczno.

Seria KZ4A

Koleje Kazachstanu w pierwszej połowie 2004 r. zakupiły za 9,4 mln USD, 3 nowoczesne lokomotywy w chińskiej fabryce w Zhuzhou. Spośród produkowanych dla kolei chińskich przez wspomnianego producenta lokomotyw – DJ: DJ, DJ1, DJ2 «Olympic Star» i DJJ2 «China Star», wybrano DJ/DJ2, przystosowaną do poruszania się po torze 1520 mm (koleje chińskie, podobnie, jak kazaskie, używają napięcia 25 kV 50 Hz). Są to lokomotywy nowoczesne, wyposażone w asynchroniczne silniki trakcyjne JD-116B, zasilane przez falowniki tyrystorowe GTO (VVVF, TEP28WG04).

Układ osi lokomotywy to Bo'Bo', moc 4800 kW, masa 82 t, prędkość maksymalna – 200 km/h, maksymalna siła pociągowa 264 kN, stopień przetożenia 3,91. Sity pociągowe i hamowania z wózków na pudło są przenoszone przez skośne ciągnięcie. Silniki są zawieszane na ramie wózka systemem tramwajowym. Przekładnia przenosząca moment obrotowy silnika na koła jest jednostronna, o zębach prostych, wyposażona w wał Kardana. Przekładnia jest zablokowana z silnikiem trakcyjnym i oba elementy stanowią jeden zespół.

Obecnie lokomotywy tej serii prowadzą między innymi pociągi Talgo między Astaną i Almaty. W styczniu 2007 r. każdy z pojazdów tej serii miał na koncie 50 tys. przejechanych kilometrów. W lecie 2006 r. zakupiono kolejne 2 lokomotywy serii KZA4, przy czym otrzymały one inne sprzężarki. W październiku 2008 r. zamówiono 22 lokomotywy za 100 mln USD tej samej serii, a pojazdy wyposażono w inne silniki trakcyjne, inny oprogramowanie sterujące pojazdem i przekształtniki Siemens (wcześniejsze miały przekształtniki licencyjne). Seria otrzymała oznaczenie KZ4AC. Całość stacjonuje w lokomotywni Almaty.

Seria KZ8A

Na początku października 2012 r. na terenie fabryki Alstom w Belfort we Francji odbyła się oficjalna prezentacja lokomotywy elektrycznej nowej generacji serii KTZ8A produkowanej dla kolei Kazachstanu – KTŻ. Jest to pierwszy egzemplarz spośród zamówionych 295 lokomotyw, w tym 95 pasażerskich dla kolei KTŻ w 2010 r. – pierwsze 10 pojazdów zostanie całkowicie wyprodukowane we Francji, a kolejne w montowni w Astanie, uruchomionej w grudniu 2012 r. Planowane jest wytwarzanie 80 lokomotyw rocznie. Pojazd serii KTZ8A został zaprojektowany we Francji (jest pochodną Primi I i II), a części i podzespoły dostarczyły inne fabryki koncernu Alstom – w Charleroi, Tarbes, Villeurbanne, Le Creusot i Ornans. Formalnie seria KTZ8A jest także wytwarzana przez rosyjski Transmaszholding. Jest to lokomotywa dwuczłonowa (Bo'Bo' + Bo'Bo'), przystosowana do pracy pod napięciem 25 kV 50 Hz i na torze 1520 mm, o prędkości maksymalnej 120 km/h. Duża moc – 8800 kW oraz duży nacisk na oś 25 t (masa lokomotywy to 200 t) pozwala prowadzić pociągi o masie do 9000 t oraz zastąpić używane obecnie lokomotywy serii ВЛ80С z fabryki z Nowocerkaska, eksploatowane w wersji trójczłonowej (1,5 lokomotywy dwuczłonowej). Ze względu na miejsce eksploatacji, seria jest przystosowana do pracy w экстре-



Dwuczłonowa БКГ1-002 (25 kV 50 Hz) została wyprodukowana w chińskiej fabryce w Zhouzhou na podstawie licencji Alstoma (seria jest wzorowana na rodzinie lokomotyw Prima I); ich przeznaczeniem będzie prowadzenie ciężkich i bardzo ciężkich pociągów towarowych na linii magistralnej BC – (Moskwa – Wiaźma –) Orsza – Mińsk – Brześć; na zdjęciu БКГ1-002 z pociągiem towarowym w okolicach Mińska, Białoruś (28.06.2012 r.)
Fot. Sergej Badionkin



KZ4A-0004 (25 kV 50 Hz) z pociągiem Talgo na odcinku Almaty I – Almaty II, Almaty, Kazachstan (3.05.2007 r.)
Fot. Amir Nurgalew



Pierwszy egzemplarz KZ8A na terenie fabryki w Belfort we Francji (2.10.2012 r.)
Fot. (C) Alstom

malnych warunkach klimatycznych – od -50°C do $+50^{\circ}\text{C}$, w tym celu zastosowano dwuwarstwowe poszycie pudła, a wentylatory silników trakcyjnych otrzymały zabezpieczenia przed wnikaniem doń śniegu. Kabina maszynisty ma wydajne ogrzewanie, w tym fotela, podłogi, pulpitu sterowania, itp. Ogrzewany jest także dach, w tym pantografy, co chroni także przed gromadzeniem się nadmiernych ilości śniegu. KTZ8A po wykonaniu prób techniczno-ruchowych w Rosji, zostanie skierowana na wykonanie prób na sieci kolei kazaskich (planowane na początku 2013 r.).

O'zbekiston 1 i Y 0100

W połowie 2002 r. koleje Uzbekistanu (OTY) uzyskały 40 mln USD pożyczki od Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju i zamówiły w fabryce w Zhuzhou Chinach 12 nowoczesnych elektrowozów serii O'zbekiston (Uzbekistan) budowanych na licencji Siemens. Niemiecki koncern był dostawcą części elektrycznej lokomotyw – asynchronicznych silników trakcyjnych, przekształtników głównych GTO i pomocniczych IGBT. Nowe lokomotywy przydzielono do lokomotywowni Taszcent Pasażerski.

Pierwszy egzemplarz O'zbekiston został dostarczony kolejom uzbeckim w marcu 2004 r., po czym został przetestowany. W połowie 2005 r. OTY odebrały ostatnią lokomotywę tej serii.

Pojazd O'zbekiston bazuje na zbudowanych dla kolei chińskich elektrowozach serii DJ1 również przez fabrykę w Zhuzhou i Siemens. Najważniejsze dane techniczne O'zbekiston: układ osi Bo'Bo'Bo', moc 6000 kW, maksymalna siła pociągowa – 470 kN, prędkość maksymalna – 120 km/h, masa – 138 t, napięcie – 25 kV 50 Hz. Lokomotywy te prowadzą zarówno pociągi pasażerskie, jak i towarowe na trasach Taszcent – Samarkanda / Marokanda (zazwyczaj) oraz Taszcent – granica kazachska, Sary-Agasz (okazjonalnie).

W czerwcu 2008 r. zamówiono w tej samej fabryce 15 kolejnych lokomotyw, ze zmienionym układem osi – Co'Co' i zwiększoną prędkością maksymalną – 160 km/h, za 75,5 mln USD, którą pozyskano jako pożyczkę w jednym z chińskich banków (poręczaną przez rząd Uzbekistanu). Obie serie są przystosowane do pracy w trudnych warunkach klimatycznych – od -40°C do $+50^{\circ}\text{C}$ (Uzbekistan jest krajem w większości pustynnym). Początkowo termin dostaw lokomotyw założono na lata 2010 i 2011, lecz chińska fabryka zdecydowała się dostarczyć zamówione lokomotywy przed terminem, tj. całość w 2010 r. Podobnie, jak w przypadku serii O'zbekiston, producentem części elektrycznej jest Siemens. Chiński producent jest odpowiedzialny za serwisowanie wszystkich pojazdów.

□

Literatura

- [1] Materiały udostępnione przez przewoźników RŽD, UZ, BC, UTY i KTŽ oraz producentów: NEWZ, Kołomna, UŽŽM i DEWZ.
- [2] Roczniki czasopism *Railway Gazette Int.*, *Świat kolei*, *Lokotrans*, *Railwolution*.
- [3] Rakow W.A.: *Lokomotywy i motorwagonyj podwiznoy sostaw železnych dorog Sovietskowo Sojuza 1845–1955, 1956–1975, 1976–1985*, Moskwa „Transport” 1999.



W krajach środkowozajętych zarządy kolejowe wzbogaciły się o tabor z chińskich fabryk – nowoczesny i o korzystnym wskaźniku ceny do jakości, będący alternatywą dla dotychczasowych wytwórni z Rosji; na zdjęciu KZA4-0002 (25 kV 50 Hz) z pociągiem pasażerskim nr 004C „Astanyk” relacji Astana – Ałmaty 2, Ałmaty 2, Kazachstan (13.07.2008 r.)
Fot. Michaił Utkin



O'zbekiston nr 012 (25 kV 50 Hz) z pociągiem pasażerskim nr 2FJ „Registon” do Samarkandy, Taszcent, Uzbekistan (17.09.2005 r.)
Fot. Helmut Uttenhaler



O'zbekiston Y1000 (25 kV 50 Hz) podczas prezentacji, Taszcent, Uzbekistan (26.05.2010 r.)
Fot. UTY, dzięki uprzejmości p. Jaromíra Pernički

Współpraca (i serdeczne podziękowania)
Michaił Kulgejko, Wadim Anochin, Michaił Utkin