

ПРЕУСТРОЙСТВО НА РУДНИЧЕН АКУМУЛАТОРЕН ЛОКОМОТИВ 4,5 АРП В КОНТАКТЕН

Венелин Тасев

Минно-геоложки университет
"Св. Иван Рилски"
София 1700, България
E-mail: vtasev@mail.bg

Ивайло Йорданов

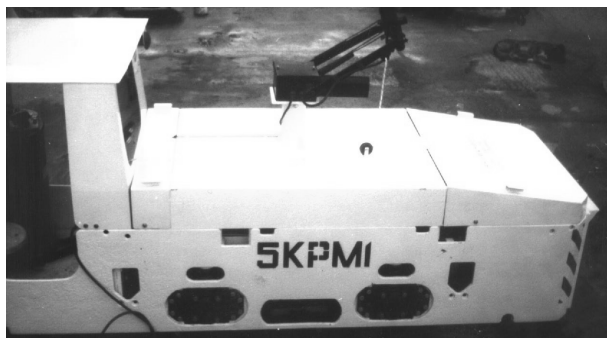
Минно-геоложки университет
"Св. Иван Рилски"
София 1700, България
E-mail: iyordanov@mail.mgu.bg

РЕЗЮМЕ

Статията разглежда преустройството на рудничен акумулаторен локомотив 4,5 АРП в контактен. Показани са всички съществени промени на двигатели, управление, осветление, сигнализация, постигане на необходимата сцепна маса и всички необходими изисквания на ПТБ, като - кабина на машиниста, токоприемник, информация за консумираният от двигателите ток и нопрежението в контактната мрежа. Описани са всички части от механичната и спирачната система, а също така силовата електрическа система и спомагателната електрическа инсталация. Показани са снимки на готовия локомотив и резултати от промишлените изпитания.

Малките контактни локомотиви със сцепна маса 4-5 тона имат своето приложение в минната практика, като забойни, проходчески и спомагателни машини. В България практически не са произвеждани и не са внасяни контактни локомотиви с такава сцепна маса. По тези причини там където имаше нужда от тях по правило се използваха акумулаторни машини. Кризата обхванала последните години минната промишленост затрудни използването на акумулаторните локомотиви. Основен фактор за това бе високата цена на акумулаторите за батерията. На много места, където условията не позволяваха използването на по-тежки машини, се започна, на местно ниво, преустройството на съществуващите акумулаторни локомотиви 4,5 АРП за работа на контактна мрежа, без да се вземат никакви сериозни мерки по техника за безопасност.

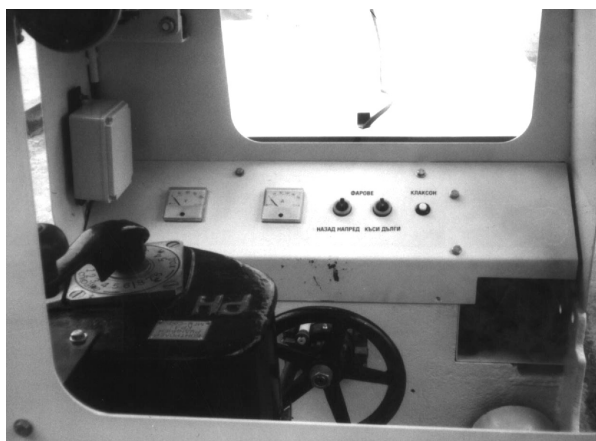
Поради необходимостта от леки контактни локомотиви и наличието на свободни, неизползвани акумулаторни машини със сцепна маса 4,5 тона, колектива от "Научно развойната база по "Минно оборудване" към МГУ "Св. Иван Рилски" реши да разработи практичен и евтин контактен локомотив на базата на съществуващия акумулаторен 4,5 АРП (фиг.1).



Фигура 1.

При това трябваше да се решат следните въпроси:

1. Съгласно изискванията на правилника по техническа безопасност при работа на контактна мрежа.
 - 1.1. Наличие на кабина на машиниста.
 - 1.2. Светлинна сигнализация - фар в посоката на движение и червена светлина в обратната посока.
 - 1.3. Звукова сигнализация - механична и електрическа.
 - 1.4. Токоприемник.
 - 1.5. Сигурна механична и електродинамична спирачка.
 - 1.6. Осигуряване на необходимата видимост в двете посоки.
2. Осигуряването на необходимата сцепна маса при ликвидирането на акумулаторната батерия.
3. Привеждане на електрооборудването в съответствие с работата му на контактна мрежа.



Фигура 2.

Кабината (надстройката) се проектира и изработи от шест милиметров листов материал. Предвидено е тя да се захваща към рамата с шест болта и да може при необходимост лесно да се демонтира. На предната и задната страна са предвидени отвори и опори за захващане на двата фара, а също така и габаритните светлини. В предната страна е разположена таблото за контрол и управление (фиг.2).

На него са поставени амперметър и волтметър отчитащи съответно тока на двигателите и напрежението на мрежата. Там са разположени и различните бутони за управлението на фаровете и клаксона. В кабината е предвидено място за главният прекъсвач и преобразователят на напрежение, захранващ спомагателните прибори.

За осигуряване на необходимата осветеност на пътя се разработи рудничен фар в нормално изпълнение на базата оптичния елемент на лек автомобил ВАЗ 2103. Фарът се отлива от алуминиева сплав и се състои от три части - предна в която се разполага оптичния елемент, корпус и задна капачка. В него се монтира 24 волтова 50/55 W крушка с две светлини, което позволява освен подбор на осветеността на пътя и резерв от осветление при изгаряне на една от светлините.

Звуковата сигнализация се осъществява с механична камбана и електрически клаксон.

Токоприемникът е аналогичен на използваните в руските контактни локомотиви К7 и К10. Предвид малкото място и по-голямата маневреност на машината са въведени известни промени. Разработи се конструкция (фиг.3) само с едно токоснемащо рамо и олекотена рамка.



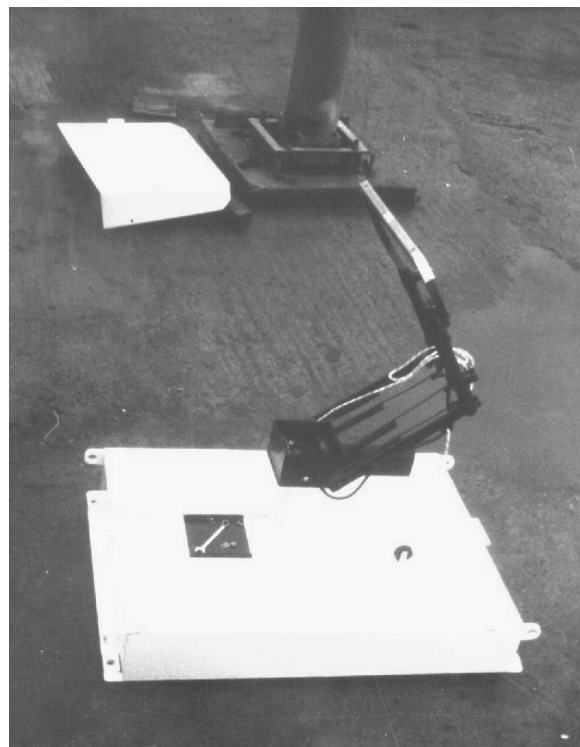
Фигура 3.

Токоснемането се извършва от алуминиев плъзгач, а токоотвеждането с подходящ гъвкав проводник до клемна кутия.

Механичната спирачка на локомотива не търпи промяна. Въведена е много сигурна и удобна за работа електродинамична спирачка. За целта двигателите се привеждат в генераторен (спирачен) режим, а управлението се осъществява от контролера на машиниста.

С премахването на акумулаторния кош, видимостта от кабината става отлична и в съответствие с всички изисквания.

Осигуряването на необходимата сцепна маса при освобождаването от акумулаторната батерия се осъществи по следния начин. На дъното на кабината се постави 30 милиметрова стоманена плоча. Отделението за пусковите съпротивления в предната част на локомотива се запълни с метални отпадъци и заля с бетон. Основната част от допълнителната маса се осигури от специално изготвен кош (фиг.4). Той също се запълни с отпадъчно желязо и заля с бетон. По този начин се осигури сцепна маса около общо 5000 кг.



Фигура 4

Електрооборудването на локомотива претърпя корекции в осъществяването на няколко задачи:

1. Работа на контактна мрежа при значителни изменения на входното напрежение.
2. Подобряване управлението на локомотива в двигателен и спирачен режим.
3. Увеличаване тяговите възможности и скоростта на локомотива.

4. Осигуряване на стабилно и безопасно напрежение за спомагателните електроконсуматори.
5. Повишаване експлоатационната сигурност на електрооборудването.

При контактните мрежи винаги съществува загуба на напрежение, за чието компенсиране, напрежението на тяговата станция се повишава с 20-30%. На практика захранването на мрежите, в които работят локомотиви 4,5 АРП достигат до 140-150V.

Двигателите на тези машини са за 80V. При повишаване на захранването напрежение над 100V те рязко влошават комутацията на колектора и бързо дефектират.

За решаване на този проблем и повишаване тяговите и скоростни възможности на локомотива, тяговите двигатели тип ЭДР-7П бяха коригирани. Монтираха се два броя допълнителни полюси за компенсиране реакцията на котвения ток. Извършените стендови изпитания показаха следното:

1. Двигателят остава с тъмна комутация при напрежение 150-160V.
2. Двигателят работи стабилно и без искрене при номинално натоварване при по-висока скорост и по-високо напрежение.

Резултат от въвеждането на допълнителните полюси е не само значително подобрене на комутацията при високо напрежение, но и повишение с 20-30% на мощността на двигателя при съответно повишение на напрежението.

Акумулаторният локомотив 4,5 АРП се управлява с руския контролер тип ГР-9М. Същият осигурява само седем степени за ускоряване на локомотива и регулиране на скоростта.

За подобряване на управлението и осигуряване на удобна електродинамична спирачка в контактния

локомотив се заложи производения в Научно-развойната база рудничен контролер КР-1. Допълнително в него се монтираха два диода Д161-250/10 за намаляване на комутация на контактите. Този контролер притежава осем тягови позиции и седем спирачни, като осигурява много стабилна работа във всички режими.

Пусково-спирачните съпротивления бяха преизчислени според новите електромеханични характеристики на двигателите. Заложиха се съпротивления от типа БР-1, взаимствани от тежките локомотиви К7 и К10. Промяната на степените води до по-плавно ускоряване на локомотива и спомага за ефективността на електродинамичната спирачка.

За захранване на спомагателните електроконсуматори специално се разработи стабилизатор-преобразовател на напрежение от 130V на 24V с мощност 200W. Той осигурява стабилно изходно напрежение при изменение на входното с 40%.

Реконструкцията на двигателите ЭДР-7П, чрез въвеждането на допълнителни полюси, залагането на контролер КР-1 и променените пусково-спирачни съпротивления увеличават значително експлоатационната сигурност на отделните елементи и на локомотива като цяло.

С така описаните изменения, локомотивът 5КРМ1 бе изработен в Научно-развойната база по "Минно оборудване". Извършиха се всички функционални изпитания, при които машината показва задоволителни параметри.

През 2000 г. локомотивът беше предаден на "Лъки-Горубсо" АД, където работи и досега. Отзивите от рудничното ръководство са, че локомотива има отлични технически параметри и голяма експлоатационна сигурност. За последното говори и факта, че до момента работи безаварийно.

През 2002 г. по искане на ръководството на "Лъки-Горубсо" АД се преустрои още два локомотива, които в момента работят на рудниците.

*Препоръчана за публикуване от
катедра " ", МЕМФ*

TRANSFORMATION OF MINE BATTERY LOCOMOTIVE 4,5 ARP INTO A TROLLEY LOCOMOTIVE

Venelin Tasev

University of Mining and Geology
"St. Ivan Rilski"
Sofia 1700, Bulgaria
E-mail: lytasev@mail.bg

Ivailo Iordanov

University of Mining and Geology
"St. Ivan Rilski"
Sofia 1700, Bulgaria
E-mail: iyordanov@mail.mgu.bg

ABSTRACT

The article considers the reconstruction of mine battery locomotive 4,5 ARP into a trolley locomotive. All of the important changes of the motor, operations, illumination devises/lighting installation, signaling, achieving the needed cohesive mass/weight and all necessary requirements, such us motorman cab, trolley, information about the consumed current supply by the motors and the voltage at the trolley circuit. All sections of the mechanical and the braking systems are described as well as the current intensity system and the auxiliary electrical installation. There are pictures displaying the developed locomotive and results from the service tests.

The small trolley locomotives of a mass of 4-5 tons are applied in mining practice as face machines, driving machines and auxiliary equipment. In Bulgaria, in fact trolley locomotives of that mass were not manufactured and were not imported. For those reasons, wherever there is a need of trolley locomotive, battery machines were used, as a rule. The crisis, which spread over mining industry in the last years, made difficult the use of battery locomotive. Main factor for that was the high cost of the accumulator batteries. In many of the mines, where conditions did not allow utilizing of heavier machines, the reconstruction of the existing battery locomotives "4,5 ARP" to operate on a trolley circuit started on a local level, without any serious precautions of mine safety.

Due to the need of light trolley locomotives and availability of free unused battery machines with mass of 4,5 tons, the team of the Research and Development Department for mine equipment to the UMG "St. Ivan Rilski" decided to develop a practical and inexpensive trolley locomotive on the base of the existing battery "4,5 ARP" (fig.1).

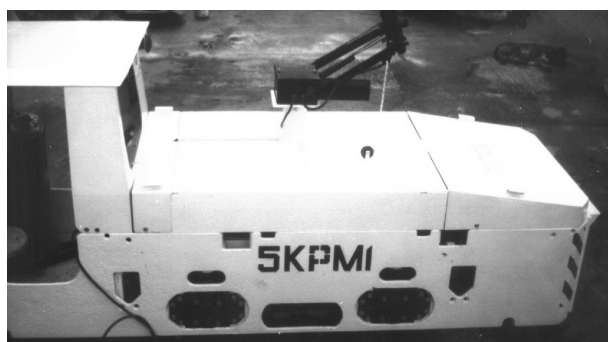


Figure 1.

The following tasks have to be solved:

1. According to the requirements of Safety Guide for operation with a trolley circuit.
 - 1.1. Availability of a cab for the motorman.
 - 1.2. Light signaling – headlight in the direction of moving and a red light in the opposite direction.
 - 1.3. Sound signaling – mechanical and electrical.
 - 1.4. Trolley
 - 1.5. Safe mechanical and electro-dynamical brake.
 - 1.6. Ensuring the necessary visibility in both directions.

2. Ensuring the necessary mass of cohesion since the accumulator battery is liquidated.
3. Adjusting the electrical equipment in conformity to its operating on trolley circuit.

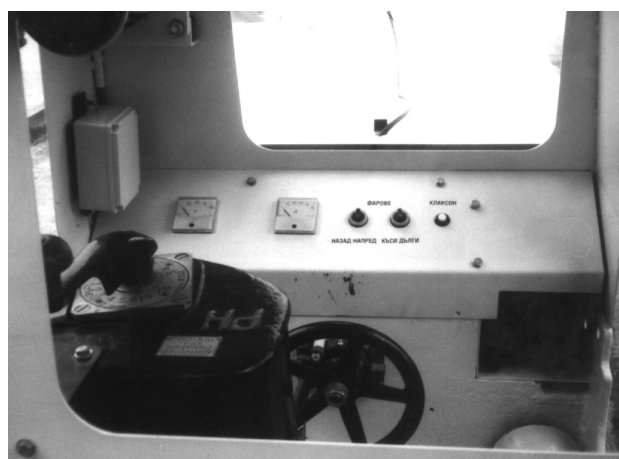


Figure 2.

The cabin (the superstructure) was designed and produced by six millimeter sheet. It is provided to be fastened to the frame by six bolts and if necessary to be in position to be easily removed. On the front and the rear side there are apertures and supports for fastening of the two headlights and the rear lights, as well. On the front side is situated the control panel (fig.2).

There are an amper-meter and a voltmeter, which read respectively the current supply to the motors and the voltage of the circuit. There also are the different control switches for headlights and the horn. In the cabin a place is envisaged for the main switch and the voltage transformer, supplying the auxiliary devices.

To provide the necessary illumination of the road, a normal duty headlight was engineered on the basis of the optical element of VAZ 2103 automobile. The headlight is cased in aluminum alloy and it is composed by three parts – front one, in which the optical element is situated, body and rear lid. Into it a 24 volts 50/55 W bulb with two lights is mounted, which allows besides the choice of illumination of the road, also a duplicate/spare light in occasion of burning out of one of the lights.

The sound signaling is fulfilled by a mechanical bell and an electrical horn.

The trolley is similar to those used into the Russians trolley locomotives K7 and K10. Keeping in mind the small room and the higher manoeuvre ability of the machine, some changes are developed. A construction was engineered (fig.3) with only one electrically removable arm and lightened frame.



Figure 3.

Current supply is completed by an aluminium slider, and current is derived by an appropriate flexible conductor to a shoe gear.

The mechanical brake of the locomotive does not sustain any change. A very safe and convenient electro-dynamic brake is incorporated. For that purpose, the engines are set to a generating (braking) regime, and the operation is fulfilled by the controller of the locomotive driver.

Removing the battery bucket the visibility from the cabin becomes excellent and it complies with all requirements.

The ensuring of necessary cohesive mass at the release of the batteries was accomplished in the following way. A 30 millimeters thick steel plate was placed on the bottom of the cabin. The compartment for the starting resistors in the front part of the locomotive was filled with metal waste and was poured with concrete. The basic part of the extra mass was ensured by a specially prepared bucket (fig.4) It was also filled

with metal waste and was poured with concrete. This was the way to be provided a cohesive mass of about 5000 kg.

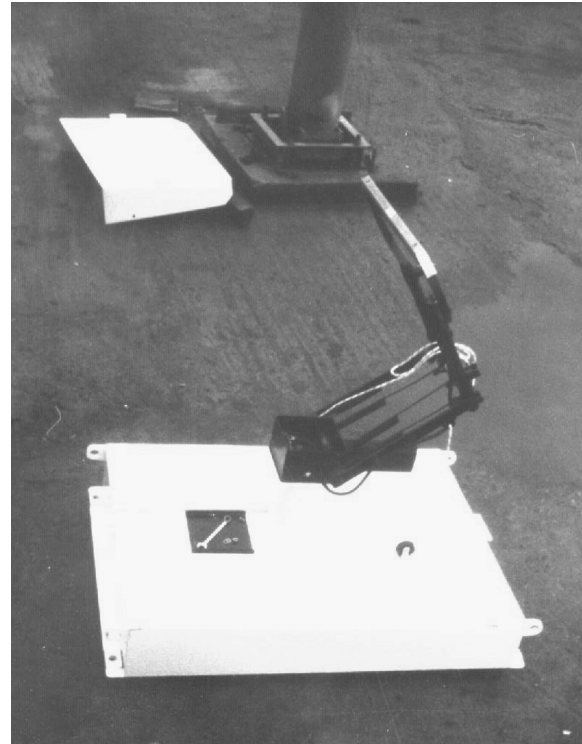


Figure 4

The electrical equipment of the locomotive went through corrections in the realization of several tasks:

6. Operating on trolley circuit at significant variations of the incoming voltage.
7. Improving the operation of the locomotive in motoring and braking regime.
8. Increasing the traction possibilities and velocity of the locomotive.
9. Ensuring a stable and safe voltage for the auxiliary electrical consumers.
10. Increasing the exploiting safety of the electrical equipment.

At the trolley circuits there always exists a loss of voltage, for which compensation the voltage at the traction station increases with 20-30%. Practically, current supply of the circuits, in which locomotives "4,5 ARP" are operating, reach up to 140-150V.

The engines of these machines are designed for 80V. When voltage is increased to more than 100V, they suddenly get worse due to the commutation of the collector and they rapidly fail.

To solve that problem and increasing the haulage and speed abilities of the locomotive, haulage motors type "EDR-7P" were amended. There were mounted two additional poles to compensate the electrical armature reaction. The rig tests done figure the following:

1. The motor remains with dark commutation at voltage 150-160 V.

2. The motor operates stable and without sparking at nominal capacity at higher velocity and higher voltage.

The consequence of introducing the additional poles is not only a considerable improvement of the commutation at higher voltages, but also increasing by 20-30% the power of the motor at the respective voltage amplification.

The battery locomotive "4,5 ARP" operates by the Russian controller of the type "GR-9M". The last ensures only seven stages for accelerating the locomotive and controlling the speed.

For improving the operation control and providing a convenient electro-dynamical brake a controller of the type "KP-1" was applied to the trolley locomotive. The controller was produced at the Research and Development Department for mine equipment. Additionally two diodes "D161-250/10" were mounted to decrease the commutation of the contacts. This controller possesses eight haulage positions and seven braking positions, as it ensures very stable operation for all modes.

The starting and restraint resistors were recalculated according to the new electromechanical characteristics of the motors. There were laid resistors of the type "BR-1", shared by heavy locomotives K7 and K10. The alteration of the degrees

leads to smoother accelerating of the locomotive and helps the efficiency of the electro-dynamical brake.

A stabilizator-voltage transformer from 130V to 24V with power capacity 200W was specially invented for the current supply of the auxiliary electric consumers. It provides a stable outgoing voltage at variation of the incoming one within 40%.

The reconstruction of the motors "DR-7П", by introducing the additional poles, the laying of the controller "KR-1" and the changed starting and restraint resistors increase significantly the exploitation security of the particular elements and of the locomotive in overall.

With the so described changes, the locomotive "5KPM1" was created in the Research and Development Department for mining equipment. All functional tests, at which the machine showed satisfactory parameters, were performed there.

The locomotive was delivered in 2000 to "Lucky-Gorupso" Co where it has been operating since. The reports from the mining management are that the locomotive has excellent parameters and high exploitation safety. For the last mentioned there is a fact that speaks for itself, that until this moment it operates free of failures.

In 2002, after a request of the management of the "Lucky-Gorupso" Co two other locomotives were reconstructed, which are operating in the mine at the moment.

*Recommended for publication by Department of
Electrical Engineering, Faculty of Mining Electromechanics*