



**ЕКСПЛОАТАЦИЯ И ПОДДЪРЖАНЕ НА КОНТАКТНА МРЕЖА 25kV, 50Hz.
ПРИ СИСТЕМА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛНИ РЕМОНТИ В УСЛОВИЯТА
НА ПАЗАРНА ИКОНОМИКА И СВЕТОВНА ИКОНОМИЧЕСКА КРИЗА**

Здравко Бакалов, Кръстю Биларев

eogt@vtu.bg

*ВТУ „Тодор Каблешков”, 1574, София, ул. “Гео Милев” № 158
БЪЛГАРИЯ*

Резюме: Нормативната база в Национална компания „Железопътна инфраструктура” за поддържане на контактната мрежа е разработена в съответствие със системата за ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛНИ РЕМОНТИ, която е възприета от страните членки на ОСЖД, чийто член Република България е от самото ѝ създаване. Политическите и икономическите промени в световен мащаб, както и приемането на страната ни в Европейския съюз изискват при оптимално съчетание на форми за ремонтно-експлоатационно поддържане на контактната мрежа да се постигне състояние, обуславящо работоспособността, максималната производителност и определящо високото качество на предаваната електрическа енергия, като се постигне и хармонизиране с нормативната уредба на УИС.

Ключови думи: планово-предупредителен ремонт, техническо обслужване, поддържане по състояние, внезапни откази от първи род на контактната мрежа.

С цел уеднаквяване нормативната уредба на българската с Европейските железопътни администрации, съгласно Директиви 96/48/ЕО, 2001/16/ЕО и прецизиране на техническите изисквания ТСОС – приложение №4 – Подсистема „Енергия” към чл. 5 ал.1 на Наредба №57 и съгласно ал.2 – като допълнение на тези изисквания за съставни елементи на подсистемата, за която няма обнародвани ТСОС, се разработи техническа спецификация „Подсистема за електрозахранване на тягов подвижен състав 25 kV, 50 Hz. Контактна система. Токоснематели. Механично взаимодействие между токоснемателите и контактната мрежа” – ТС-ЖИ 007-2006.

От датата на утвърждаване (18.10.2006 г.), спецификацията отмени:

♦ „Правилник за техническата експлоатация на контактната мрежа 25 kV, 50 Hz” (ПТЕ), издаден от Министерство на транспорта, 1991 г. – в частта за технически

изисквания към елементите на контактната система и изпълнението ѝ;

♦ „Нормали за контактна мрежа 25 kV;

♦ 50 Hz”, ОН 1162425-78 „Общи изисквания и правила за приемане”;

♦ ОН 1169079-78 „Конзоли и други опорни възли;

♦ ОН1169080-78 „Скрепителни и други арматурни детайли”;

♦ ОН 1169081-78 „Клеми”;

♦ ОН 1169414-78 „Елементи полимерни изолиращи”;

♦ „Технически изисквания към елементите, възлите и устройствата за стационарните електроснабдителни съоръжения в електрифицираните участъци на БДЖ – 2000 г”.

С влизането в сила на ТС-ЖИ 007-2006 остана отворен въпросът за експлоатацията, поддържането и ремонта на контактната система, тъй като части на ПТЕ „Организация на експлоатацията” и „Система

за диагностика и ремонт на контактната мрежа” не бяха променени.

Нормативната база в Национална компания „Железопътна инфраструктура” за поддържане на контактната мрежа е разработена в съответствие със системата за ППР (ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛНИ РЕМОНТИ), която е възприета от страните членки на ОСЖД, чийто член Република България е от самото ѝ създаване.

Съчетанието на организационни и технически мерки за преглед, надзор, поддръжка и ремонт на електрическите съоръжения и електрически мрежи с цел осигуряване безотказната им работа се нарича система за планово-предупредителен ремонт и техническо обслужване (ППР или ППР и ТО).

В идеалния случай, системата трябва да гарантира поддържането на електрическите мрежи в добро състояние, обуславящо работоспособността, максималната производителност и определящо високото качество на предаваната електрическа енергия.

Системата на планирана профилактика се въвежда при планова икономика. За организацията на ППР е необходима цялата техническа система на дружеството, състояща се от основни и спомагателни подразделения, обединени в един процес, разделена на отделни компоненти, които се споделят от технологични и функционални характеристики (подстанции, въздушни и кабелни линии, пренос, сгради и съоръжения, релейни защита и автоматизация и др.).

При това е важно, че нито една част от веригата за пренос и разпределение на електрическа енергия не може да не е включена в системата на планираната профилактика, тъй като може да се получи неконтролирано нарушаване на производствения процес и работата на електрическите мрежи като цяло.

Системите на ППР трябва да обхващат и подкрепящите елементи на производствените процес: транспорт, комуникации, сгради и др.

За оптимално съчетание на форми за ремонтно-експлоатационно поддържане на електрическите мрежи се вземат предвид следните фактори: техническите характеристики и количествата на оборудване, географски и климатични условия, разположението на мрежи на територията на обслужване, наличие на комуникации, транс-

портни комуникации и структура на административно деление. В съответствие с горните условия се определят оптималния вариант за ППР.

ППР се извършва в съответствие с предварително изготвени графици, с които се определят количеството и редуването на периодичната поддръжка по време на ремонтния цикъл. Обемът на ППР се определя с оглед на оборудването (в планирането обема на работата се приема по стандарти).

В стандартната форма на ремонта, всички видове обслужване се извършват в рамките на период от време, съдържанието и обхвата на които са предварително направени и смяната на части и компоненти се извършва по план, **независимо от тяхното физическо състояние**, при което се увеличават разходите за ремонти, без да се повиши надеждността на работа на оборудването.

Съществуват много видове планови периодични програми за поддържане. Но всички са свързани с време (t), следователно това време е средно статистическо и се измерва с времето за настъпване на отказ което е вероятностна функция. Това означава, че преди да настъпи отказът се ремонтират изделията. Тази философия е добра, защото се избягват основната част от отказите, което доказва, че периодичното поддържане е стъпка напред от метода „ремонт след отказ” (което в английската литература се изразява като ”run-to-failure” – т.е. работа до отказ) [4], но то притежава два основни проблема:

- актуалното състояние на съоръженията не се взема в предвид;

- средната отработка до отказ на системите, машините, агрегатите, възлите и детайлите варира в широки граници.

Горепосочените недостатъци водят до унищожаването на остатъчния ресурс при ранното прилагане на ремонтни дейности, или ако отказът настъпи по-рано поради средно статистическия характер на поддържането, причинява по-големи поражения върху останалите части на системите.

Смяната на части, компоненти и оборудване трябва да се извършва в съответствие с тяхното физическо състояние, а не принудително, с което ще се позволи предотвратяване на внезапно излизане на оборудване от експлоатация, както и своевременна подготовка за ремонт [1].

Опитът, в ПТЕ от 1991 г. да се въведе ремонт по състояние при извършване на някои ремонтни работи, показва актуалността на проблема още в началото на 90-те години на миналия век. „Ремонт по необходимост, но не по-рядко от” [2], всъщност показва, че този плах опит е с твърде ограничен обем, поради което и в този правилник системата си остава основно плано-во-предупредителна.

Системата за ремонтни дейности в съответствие с техническото състояние предполага в процеса на работа да се обърне особено внимание на диагностиката на оборудването, както и измерване на основните технически параметри, с което извършването на ремонт ще се извършва не по план (което значително повишава разходите за ремонт), а след като техническите характеристики на електрическите съоръжения излизат извън нормалните граници. При това, системата ремонти, в съответствие с техническото състояние не предявява допълнителни изисквания към техническото оборудване на групите по поддръжка и техническата диагностика на електрическите съоръжения.

Количествено дейността по профилактиката на контактната мрежа може да се оцени чрез показателя МТТМ [8] – даващ представа за средната продължителност на техническо обслужване за даден календарен срок, която се определя като:

$$(1) \quad MTTM = \frac{\sum_{i=1}^n t_{iTo}}{n},$$

където:

♦ t_{iTo} – време за извършване на i – тото техническо обслужване;

♦ n – брой на техническите обслужвания за даден календарен срок.

Освен това, необходимо е да се създаде организация на аварийно-възстановителните работи, така че да бъде възможно да се изчисли времето за престой поради повредени елементи на мрежата на етапи. На всеки етап трябва да се предвидят специфични технически и финансови мероприятия за намаляване на загубите от престой при спешен ремонт.

Продължителността на прекъсванията в електроснабдяването ($T_{пр}$) се дължи на:

$$(2) \quad T_{пр} = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6,$$

където:

♦ $T1$ – времето за получаване на информация за изключване на захранването;

♦ $T2$ – времето за събиране на дежурния персонал + времето за пътуване до повреденото място + времето за оглед;

♦ $T3$ – времето за информация за естеството на повредата;

♦ $T4$ – времето за ликвидиране на повредата;

♦ $T5$ – времето за информация за възстановяване на захранването;

♦ $T6$ – времето за включването на съоръжението.

Така, общото време на прекъсване на електрическа енергия за потребителите, зависи от времетраенето на всички посочени елементи, което може да варира от част от секундата при АПВ (автоматично повторно включване например), до няколко часа или дни със значителни щети (по време на природни бедствия).

Важен момент в избора на най-подходящата система за ремонт се явява планирането на аварийно-възстановителните работи. Продължителността на планираното време се намалява, ако има подробна обективна информация за местоположението и вида на повредите, готовността на транспорта, възможните пътища към мястото на повредата, както и наличието на резервни части, материали, машини и инструменти. И обратно, при липса на такава информация, може за да удължи срокът за отстраняване на авария.

Много е важно на мястото на повредата да има устойчива връзка между персонала, ръководещ аварийно-възстановителните работи и енергодиспечера, като с това се намалява продължителността на готовност за включване на схемата ($T5$).

Всички организационни въпроси за съвместно сътрудничество трябва да се отработват предварително, като по този начин се намалява времето за отстраняване на повредите.

По принцип трябва да се регистрират всички прекъсвания в работата на съоръженията с точно описание на причините, в това число вследствие на откази в контактната система, откази в захранващите тягови подстанции, нарушение на работоспособността вследствие катастрофи, дерайлира-

ния, природни бедствия или недопустими механични въздействия от взаимодействие с неизправни токоснематели.

Необходимо е да се натрупат следните данни за изчисляване на показателите за разглеждания календарен срок:

- брой внезапни откази от I-ви род на контактната мрежа;
- време за възстановяване на всеки внезапен отказ от I-ви род;
- времетраене на прекъсване (изключване) за техническо обслужване (профилактика) на съоръженията.

Следва да се помни, че се определят показатели за техническа надеждност на системата само по внезапни откази от I-ви род, т.е. при пълна загуба на работоспособност, в резултат на което се прекратява движението на влаковете за време необходимо за възстановяване. Ето защо, при определянето на сумарното време на изправна работа за дадения календарен срок, не трябва да се взема предвид времетраенето на прекъсванията по външни на контактната система причини (откази в тяговите подстанции, катастрофи, дерайлирования, природни бедствия или разрушителни въздействия от неизправни токоснематели). В противен случай, получените количествени стойности няма да отразяват действителното ниво на техническата надеждност.

Количествено дейността по възстановяване на отказите се оценява чрез показателя MDT – средно време на неизправно състояние за даден календарен срок [8], който се определя като:

$$(3) \quad MDT = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n},$$

където:

- ♦ τ_i – време за възстановяване на i-ия отказ;
- ♦ n – брой на възникналите откази за даден календарен срок.

Превантивното поддържане е преходен етап от плановото към „поддържане по състояние” (Condition Based Maintenance “CBM”), където изпъкват две думи: - “predictive” или на български „пророчески” и - “preventive” - „предпазен, профилактичен” [5].

Превантивното поддържане е много добре познат метод в България. Така нареченото „Техническо обслужване” (ТО) е система въведена за поддържане на машини и съоръжения.

Преминаването от система ППР към системата за ремонтни дейности в съответствие с техническото състояние в частност използва плановото поддържане на съоръженията, където превантивното поддържане трябва да се съчетава със състоянието на съоръженията.

В същото време въвеждането на система за отчитане, контрол и анализ на възникнали повреди по съоръженията на контактната мрежа, разделени по различни категории повреди ще обхваща по-голям обем информация и ще се постига по-пълнен и качествен анализ на причините за възникване им.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Системата за планиране на основата на ППР практически е изчерпала възможностите си. Структурата на ремонтния цикъл в този си вид е разработен в специализирани институти преди около 30-40 години, като за основа са използвани статистически данни на излезли от строя 5% от тестваното оборудване, на базата на които е определен срокът за подмяна или ремонт на всеки отделен елемент или съоръжение, което не дава точна представа за състоянието им.

2. За изпълнение на ППР е регламентирана система от държавни и отраслови нормативи, с които се определя плана – как, кога, в какъв обем и кой трябва да изпълни работата. В условие на преход от планова към пазарна икономика това е непосилно за НК „ЖИ”. Компанията не е в състояние да понесе разходите за поддръжка в предишните обеми, което води до постоянно неизпълнение на плановете по ремонта, намаляване на надеждността в работата на оборудването, остаряване на основните фондове и увеличаване на ресурса необходим за поддържане на работоспособност на съоръженията в бъдеще.

3. В съответствие с нормативните документи в НК „ЖИ” системата ППР се явява основен инструмент за осигуряване на безопасни и здравословни условия на труд, поради което е крайно необходимо едновременно с хармонизацията с норма-

тивната уредба на Европейското законодателство да се пристъпи и към промяна на нормативите и у нас. С това ще се сложи началото на края на системата ППР.

4. Системата за ремонт „по техническо състояние” предполага в процеса на работа да се обръща повече внимание на

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Митюшин Вадим, кандидат экономических наук, директор проектов компании ПАКК, Тарасов Алексей, кандидат экономических наук, старший консультант компании ПАКК, "Компас промышленной реструктуризации", № 3, 2004
- [2]. Правилник за техническата експлоатация на контактната мрежа 25 kV, 50 Hz. МТ, София, 1991 г.
- [3]. Повный Андрей, преподаватель Гомельского государственного политехнического колледжа, Электротехническая энциклопедия #23, 2005 г.

диагностиката, докато подмяна на възли и детайли по контактната мрежа ще се извършва не по график, а когато характеристиките на оборудването са излезли от допустимите норми, с което ще се постигне значителен икономически ефект.

- [4]. John Moubray, Reliability-Centered Maintenance Second Edition, Industrial Press, Inc.; 2 edition (January 1, 1997), ISBN-10: 0831131462, ISBN-13: 978-0831131463
- [5]. <http://en.wikipedia.org>
- [6]. 16 Ways to Save Time and Money on PM, 2006 Allied Reliability, Inc. www.alliedreliability.com
- [7]. http://www.lifetime-reliability.com/condition_based_maintenance.html
- [8]. BS EN 50126:1999 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)

OPERATION AND MAINTENANCE OF A 25KV, 50HZ CATENARY AT PLANNED PREVENTIVE MAINTENANCES SYSTEM IN THE CONDITIONS OF A MARKET ECONOMY AND A WORLD ECONOMIC CRISIS.

Zdravko Bakalov, Krastyu Bilarev

eogt@vtu.bg

Higher School of Transport "Todor Kableskov"
158 Geo Milev Str., 1574 Sofia
BULGARIA

Keywords: *planned preventive maintenance, technical maintenance, condition based maintenance, first sort sudden failures of the catenary.*

Abstract: *The normative basis in National Railway Infrastructure Company for upkeep the catenary is developed in conformity with the Planned Preventive Maintenance System, which is adopted by the countries that are members of the OSZhD in which organization Bulgaria is also a member since the establishing of the organization. The political and economic changes in a worldwide scale, as well as the accepting of our country in the EU, demand to achieve a state, which under optimum combination of ways for repair-exploitation maintenance of the catenary determines the working capacity, the maximum productivity and a determinative high quality of the delivered electric energy, while at the same time have to achieve harmonization with the normative order of UIC.*