

УДК 629.7.064.5

В.С. РЕВА

ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. Янгеля», Днепропетровск, Украина

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГРАФИКА РАБОТЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ИЗ СОСТАВА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА

Проанализирована современная система электроснабжения наземных комплексов, проблемы, встречающиеся на этапах проектирования системы. Учитывая структуры и особенности работ на КРК при подготовке и пуске РКН, а также характеристики, включающие в себя большое количество элементов, возникает необходимость оптимизации технико-экономических показателей работы системы электроснабжения. Одним из методов достижения этого является разработка и улучшение технологического графика работы источников питания системы электроснабжения, с учетом всех факторов влияющих на работу источников питания. На примере перспективного проектируемого КРК «Циклон-4» (Бразилия) сформирована и наглядно показана технология работы источников питания. Анализ данной технологии подтверждает выполнения требований Заказчиков пусковых услуг.

Ключевые слова: разработка, структура, работа, система электроснабжения, источник питания, формирование технологии, график работы.

Введение

Проектирование современного КРК, в частности системы электроснабжения, является сложным технологическим процессом. При глобальной модернизации в части приемников электрической энергии в проектирование системы электроснабжения космических ракетных комплексов необходимо заложить и спрогнозировать результаты развития всех событий на КРК, а также возможных нештатных ситуаций [1].

1. Факторы, влияющие на выбор источников питания на КРК

Технологический процесс подготовки КА и проведение пуска РН космического ракетного комплекса (КРК) характеризуется рядом особенностей:

– возможностью большого ущерба, связанного с нарушением технологического процесса КА при провалах напряжения в системе электроснабжения стартового комплекса (СЭС СК) в том числе и с потерей работоспособности;

– возникновением, при полном или длительном перерыве электроснабжения, угрозы выхода из строя ТО, взрыва, пожара, опасности при эксплуатации в связи с наличием взрывоопасных и токсичных веществ, используемых при заправке РН;

– высокой требуемой степенью надёжности технологического оборудования и систем РН и КА, работающих без присутствия обслуживающего пер-

сонала во время максимума нагрузки при проведении пуска РН с КА.

Учитывая вышеперечисленные особенности, а также характеристики системы электроснабжения КРК, включающей в себя большое количество элементов: несколько источников питания (госсеть, дизель-электрические станции ДЭС), понижающие трансформаторы, коммутационно-распределительные устройства, ИБП, кабельные сети, а также технологию работ по подготовке ракет-носителей на техническом комплексе (ТК) и на стартовом комплексе (СК), возникает необходимость оптимизации технико-экономических показателей работы системы электроснабжения [2]. Этого можно достичь путем оптимизированного выбора технологии работы источников питания, основываясь на опыте работы других КРК (СЭС) или используя математическое моделирование. При оптимизации технологии работ источников электроснабжения необходимо учесть все варианты развития событий на КРК: начиная от работ на техническом и стартовом комплексах, заканчивая работами в межпусковой период и при отмене пуска. Для улучшения выбора оптимизации необходимо учитывать сумму всех факторов, в оптимальном их соотношении [3], влияющих на работу источников питания (рис. 1).

Основными факторами являются: тип работ, проводимых на КРК, циклограмма нагрузки, надежность, структура КРК, продолжительность работ, вероятность отказа, экономическая составляющая, также, нельзя исключать и человеческий фактор [4].

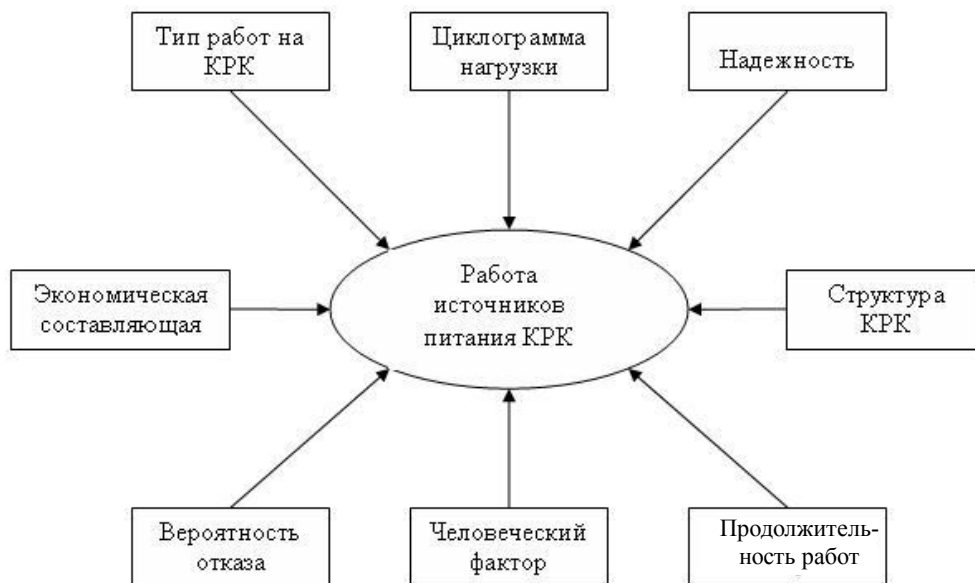


Рис. 1. Внешние факторы, влияющие на выбор работы источников питания

Тогда

$$P_{\text{ист}} = \sum \Phi_{\text{опт}},$$

где $P_{\text{ист}}$ – работа источников питания, $\Phi_{\text{опт}}$ – сумма факторов в оптимальном соотношении.

2. Технология работы источников питания на проектируемом КРК «Циклон-4»

Формирование технологии работ источников питания может быть рассмотрена на примере системы электроснабжения наземного комплекса КРК «Циклон-4» (Бразилия).

На КРК присутствуют 3 основных взаиморезервирующих источника питания, обеспечивающие ввод питания в систему электроснабжения:

- государственная энергосеть (СЕМАР);
- группа дизель-электрических станций (ДЭС), обеспечивающих питание технологического оборудования и технических систем;
- резервные дизель-генераторные станции (ДЭС), обеспечивающие питание как технологического оборудования, так и технических систем.

Проанализировав все факторы, получаем технологию работы источников питания:

1. За 1 сутки до начала работ на техническом комплексе (ТК) и до завершения работ на ТК с РКН электроснабжение потребителей наземного комплекса осуществляется от энергосистемы «СЕМАР», дизель-электрические станции (ДЭС) переведены в режим «Холодный резерв».

В случае пропадания электроэнергии от энергосистемы «СЕМАР», ДЭС переводятся в режим «Работа».

Перевод ДЭС из режима «Холодный резерв» в режим «Работа» (запуск ДЭС, синхронизация работы модулей ДЭС и переключение) выполняется в автоматическом режиме, при этом:

- время перевода электроснабжения технологического оборудования (ТО) на ДЭС не должно превышать 10 минут, а электропитание потребителей особой группы осуществляется от ИБП, входящих в состав СЭС ТО;
- время перерыва электроснабжения технических систем (ТС), обеспечивающих работу ТО, допускается на период автоматического восстановления питания, необходимого для автоматической разгрузки ДЭС от пусковых токов электроприемников, но не более 10 мин.

Блок схема работы источников питания на техническом комплексе приведена на рис. 2.

2. При проведении работ с РКН на СК электроснабжение потребителей НК ТО и ТС осуществляется от ДЭС, находящихся в режиме «Работа».

Перевод электроснабжения потребителей от энергосистемы «СЕМАР» на ДЭС (режим «Работа») осуществляется по команде диспетчера с командного пункта.

Перевод ДЭС из режима «Холодный резерв» в режим «Работа» (запуск ДЭС, синхронизация работы модулей ДЭС и переключение) выполняется в автоматическом режиме, при этом перевод электроснабжения потребителей ТО и ТС с энергосистемы «СЕМАР» на ДЭС осуществляется в течение 20 минут во время транспортирования сцепки ТУА с РКН и ПБ с ТК РН на СК. Продолжительность переключения электропитания ТО и ТС с энергосистемы «СЕМАР» на ДЭС должно быть не более 10 минут, при этом электропитание определенной группы по-

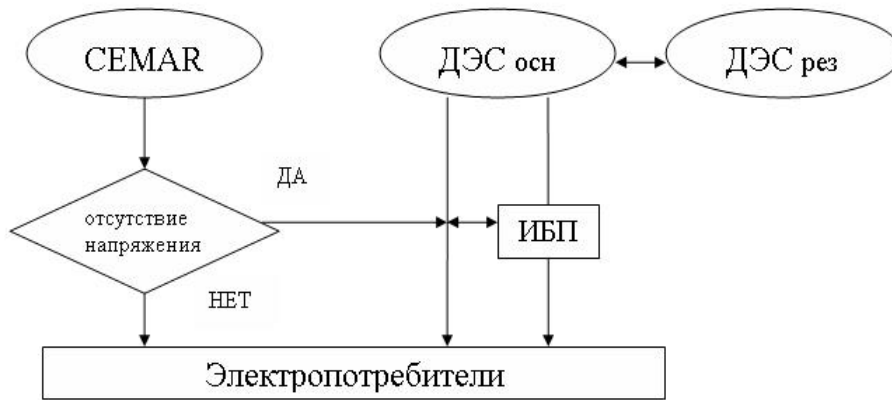


Рис. 2. Блок схема работы источников питания на ТК КРК «Циклон-4»

потребителей осуществляется от ИБП, входящих в состав СЭС ТО.

Блок схема работы источников питания на стартовом комплексе приведена на рис. 3.

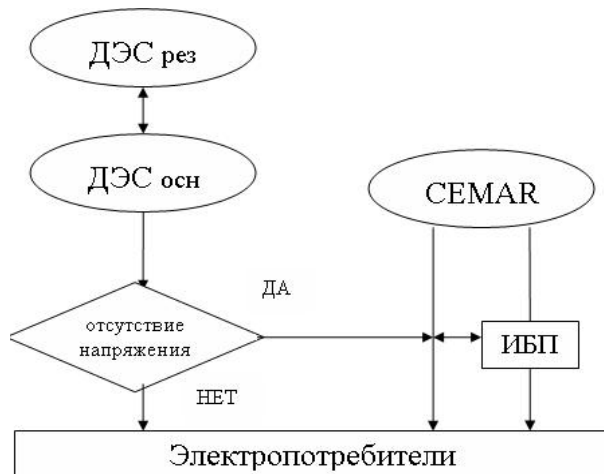


Рис. 3. Блок схема работы источников питания на СК КРК «Циклон-4»

3. В случае отмены пуска электроснабжение потребителей НК осуществляется следующим образом:

3.1. При проведении работ на СК – от ДЭС, находящихся в режиме «Работа».

Перевод ДЭС из режима «Работа» в режим «Холодный резерв» выполняется при наличии внешнего источника «СЕМАР» автоматически по команде диспетчера, при этом перевод электроснабжения потребителей ТО и ТС с ДЭС на энергосистему «СЕМАР» осуществляется в течение 20 минут во время транспортирования сцепки ТУА+РКН с СК на ТК.

Продолжительность переключения электропитания ТО и ТС с ДЭС на энергосистему «СЕМАР» должна быть не более 10 минут, при этом электропитание отдельной группы потреби-

телей осуществляется от ИБП, входящих в состав СЭС ТО.

3.2. При проведении работ на ТК электроснабжение потребителей осуществляется от энергосистемы «СЕМАР» при наличии внешнего источника или от ДЭС при его отсутствии.

4. В межпусковой период электроснабжение потребителей НК ТО и ТС осуществляется от энергосистемы «СЕМАР», при отсутствии внешнего источника – от ДЭС.

Необходимое количество работающих модулей ДЭС определяется автоматически в зависимости от потребляемой мощности, работающих потребителей систем ТО и ТС.

Параллельная работа ДЭС с внешним источником «СЕМАР» не предусматривается.

При формировании технологии работы источников питания учитывалась ориентировочная продолжительность работ (без учета сменности работ), которая составляет:

- на ТК – 175 ч.;
- на СК – 72 ч.;
- в случае отмены пуска РКН - на СК и ТК суммарно 60 ч.
(9 ч. – на СК, 51 ч. – на ТК).

Выводы

Таким образом, реализация приведенных выше блок-схем работы источников питания позволяет реализовать технологический график работы источников питания из состава системы электроснабжения наземного комплекса, позволяет также улучшить технико-экономические показатели и надежность системы, а также улучшить качество работы источников питания. Все это подтверждает выполнение требований Заказчиков пусковых услуг к электроснабжению при подготовке к запуску перспективных КА на НК в целом.

Литература

1. Правила устройства электроустановок [Текст]. – Х.: Изд-во «Индустрия», П-68 2007. – 416 с. ISBN 978-966-2160-00-0.

2. Бирюков, Г.П. Основы построения ракетно-космических комплексов [Текст] / Г.П. Бирюков, В.Н. Кобелев. – М.: Изд-во МАТИ им. К.Э. Циолковского, 2000. – 294 с.

3. Бирюков, Г.П. Элементы теории проектирования ракетно-космических комплексов [Текст] /

Г.П. Бирюков, В.И. Смирнов. – М.: Изд-во МАИ, 2003. – 286 с.

4. Козлов, В.В. Основы проектирования ракетно-космических комплексов. Системотехника РКК для инженеров-механиков [Текст] / В.В. Козлов. – СПб.: ВИКУ им. А.Ф. Можайского, 1999. – 365 с.

5. Бирюков, Г.П. Основы обеспечения надежности и безопасности стартовых комплексов [Текст] / Г.П. Бирюков, Ю.Ф. Кукушкин, А.В. Торпачев. – М.: Изд-во МАИ, 2002. – 264 с.

Поступила в редакцию 1.06.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.В. Безручко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ГРАФІКА РОБОТИ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ЗІ СКЛАДУ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСУ

В.С. Рева

Проаналізовано сучасну систему електропостачання наземних комплексів, проблеми, що виникають на етапах проектування системи. Враховуючи структури й особливості робіт на КРК під час підготовки і пуску РКП, а також характеристики, що включають у себе велику кількість елементів, виникає необхідність оптимізації техніко-економічних показників роботи системи електропостачання. Одним з методів досягнення цього є розроблення і поліпшення технологічного графіка роботи джерел живлення системи електропостачання з урахуванням усіх факторів, що впливають на роботу джерел живлення. На прикладі перспективного проєктованого КРК «Циклон-4» (Бразилія) сформовано і наочно показано технологію роботи джерел живлення. Аналіз цієї технології підтверджує виконання вимог замовників пускових послуг.

Ключові слова: розроблення, структура, робота, система електропостачання, джерело живлення, сформована технологія, графік роботи.

TECHNOLOGICAL SCHEDULE DEVELOPMENT OF POWER SOURCES OPERATION AS PART OF GROUND COMPLEX POWER SUPPLY SYSTEM

V.S. Reva

The up-to-date power supply system of Ground Complexes is analyzed as well as problems that encounter in system design phases. Taking into account the structures and peculiarities of operations at SLS during ILV processing and launch as well as characteristics that incorporate a large quantity of elements, a need for technical and economic indexes optimization of power supply system is emerging. One of the ways to achieve this is development and improvement of the technological operation schedule of power supply system sources taking into consideration all factors that have impact on power sources operation. The technology of power sources operation is developed and demonstrated by the example of advanced Cyclone-4 SLS (Brazil), which is under development. Analysis of this technology has confirmed fulfillment of requirements of launch services Customers.

Key words: development, structure, operation, power supply system, power source, technology development, operating schedule.

Рева Вадим Сергеевич – инженер, Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. Янгеля», Днепропетровск, Украина, e-mail: info@yuzhnoye.com.