

В. П. ФРОЛОВ

ОЦЕНКА КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА «ЦИКЛОН-4» НА КОСМОДРОМЕ АЛКАНТАРА

Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное», г. Днепропетровск

Выполнена оценка коррозионной стойкости технологического оборудования ракетного комплекса (КРК) «Циклон-4», размещаемого на космодроме Алкантара во влажном тропическом климате с приморско-промышленным типом атмосферы. Проведено сравнение срока службы технологического оборудования КРК «Циклон-3» размещаемого в умеренно-холодном климате (космодром Плесецк) и КРК «Циклон-4» размещаемого во влажном тропическом климате (космодром Алкантара).

Ракета-носитель «Циклон-4» создается как модернизация ракеты-носителя семейства «Циклон» — «Циклон-3», показавшей высокую надежность в процессе эксплуатации.

Однако технические решения, которые были реализованы на КРК «Циклон-3» в части наземного технологического оборудования перенести на наземный комплекс КРК «Циклон-4» нельзя и этому есть определенные причины.

Наземный комплекс КРК «Циклон-4», строительство которого начато, размещается на территории пускового центра Алкантара (Федеративная Республика Бразилия) с географическими координатами 2,288⁰ ю. ш. и 44,386⁰ з. д. во влажном тропическом климате и типом атмосферы IV (приморско-промышленная).

Это обстоятельство налагает более жесткие требования к созданию всего технологического оборудования, в части коррозионной стойкости применяемых материалов, по сравнению с разработанным оборудованием КРК «Циклон-3», которое находится в умеренно-холодном климате с условно-чистым типом атмосферы I (космодром Плесецк).

Значения факторов внешней среды (сочетание среднегодовой температуры и относительной влажности, наличие коррозионно-активных агентов в атмосфере) существенно влияют на срок службы (сохраняемости) технологического оборудования.

Свойства изделия противостоят влиянию влажности в сочетании с температурой (с учетом коррозионно-активных агентов в атмосфере) характерные для тех или иных условий эксплуатации, в конечном итоге могут быть выражены сроком службы или сохраняемости изделия, который

определяется по формуле

$$L = A \cdot e^{\frac{B}{T}} \eta^{-n} c^{-m},$$

где L — срок службы или сохраняемости изделия; T — температура, К; η — относительная влажность, %; c — концентрация агрессивной среды в воздухе, г/м³ или ‰; A , B , n , m — постоянные коэффициенты, зависящие от природы материала и условий применения, определяемые экспериментально для конкретного материала.

Постоянная B находится по формуле

$$B = \frac{E_{\text{э}}}{R},$$

где $E_{\text{э}}$ — эффективная энергия активации процесса, вызывающего отказ, определяемая экспериментально; R — универсальная газовая постоянная.

Если требуется учитывать воздействие только:

- влажности воздуха, принимают $m=0$;
- жидких агрессивных сред, принимают $n=0$;
- температуры, принимают $m=0$ и $n=0$.

Продолжительность влагозащиты (т.е. срок службы при $m=0$) целесообразно выражать не в абсолютных, а в относительных единицах, например в виде отношения продолжительности влагозащиты данной конструкции при выбранных значениях влажности и температуры $L_{T\eta}$ к продолжительности влагозащиты данной конструкции при 25⁰С и 100% относительной влажности $L_{25,100}$. Приведенная продолжительность влагозащиты K находится по формуле

$$K = \frac{L_{T\eta}}{L_{25,100}}$$

Приведенная продолжительность влагозащиты K представляет собой обобщенный параметр стойкости изделий к воздействию сочетания «влажность-температура» и может быть использован как обобщенный показатель, для классификации условий эксплуатации по их воздействию на технологическое оборудование.

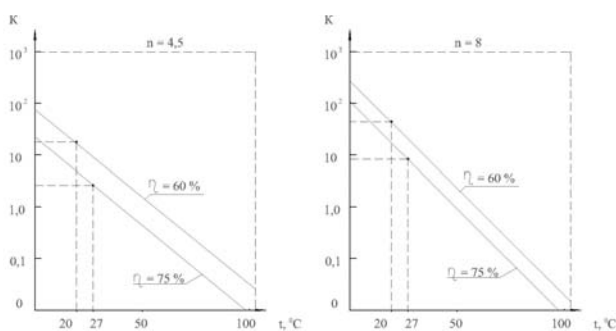
Действие влажности на изделия при их эксплуатации и хранении определяется ее действием на металлы и полимерные материалы. Результат действия влажности на металлы определяется в основном необратимыми процессами (коррозия, иногда — электролиз); на полимерные материалы — как обратимыми процессами (диффузия), так и необратимыми (старение). В необратимых процессах участвует агрессивная среда (например — хлориды).

По результатам исследований материалов [1—4] установлено, что при воздействии (в сочетании с температурой) влажности наиболее вероятные значения E_{Σ} лежат в пределах 10—30 ккал/моль, а значения коэффициента n в пределах 2—10.

Значение коэффициента n с определенной доверительной вероятностью можно условно принять как два значения $n=4,5$ и $n=8$.

Среднегодовое значение относительной влажности воздуха в сочетании с температурой для умеренно-холодного климата составляет 60% при 20°C, а для тропического влажного — 75% при 27°C [5—7].

На рисунке показана зависимость приведенной продолжительности влагозащиты для различных материалов ($n=4,5$ и $n=8$): в умеренно-холодном климате ($\eta=60\%$); тропически влажном климате ($\eta=75\%$) от температуры.



Приведенная продолжительность влагозащиты для различных материалов в умеренно-холодном и тропически влажном климатах

Анализ приведенных климатограмм показывает, что для изделий например, защищенных электроизоляционными компаундами или полиэтилено-

выми пленками ($n=4,5$), приведенная продолжительность влагозащиты в умеренно холодном климате ~4 раза выше, чем тропическом влажном и в ~5 раз выше для сильноточных электротехнических изделий с пропитанными обмотками ($n=8$).

Защита наземного технологического оборудования от воздействия хлоридов, размещенного на открытом воздухе или в закрытых помещениях без искусственно регулируемых условий в тропическом влажном климате обеспечивается следующими базовыми решениями:

- использование коррозионно-стойких материалов;
- использование коррозионно-защитных покрытий;
- использование герметичного исполнения узлов;
- использование покупных изделий климатического исполнения (тропический влажный);
- выбор режимов эксплуатации или хранения, ограничивающих воздействие агрессивной среды;
- планирование в рамках технического обслуживания профилактических работ кондиционного состояния лакокрасочных покрытий, изоляции т.д.

Все это позволит повысить защиту оборудования в условиях воздействия сочетания «влажность — температура».

Работоспособность оборудования размещенного в кондиционируемых помещениях в влажном тропическом климате обеспечивается бесперебойной работой систем вентиляции и кондиционирования с установкой солевых фильтров. С учетом характерного размера аэрозольных частиц морских хлоридов около 30 мкм выбор фильтров осуществляют с эффективностью задержки частиц крупнее 1 мкм.

Таким образом, создание наземного технологического оборудования КРК «Циклон-4» требует более тщательного выбора материалов и защитных покрытий для обеспечения необходимого заданного срока эксплуатации.

Выводы

Рассмотренные в данной статье особенности создания наземного технологического оборудования КРК «Циклон-4» и проведенные расчеты показали, что сроки службы технологического оборудования существенно зависят от климатических зон и типа атмосферы, в которой они находятся. При этом, для наземного технологического оборудования «Циклон-4», размещаемого во влажном тропическом климате с приморско-промышленным типом атмосферы, потребуется провести дополнительный комплекс мер по повышению стойкости технологического оборудования в части обеспечения необходимого заданного срока службы по сравнению с аналогичным технологическим оборудованием РКН «Циклон-3», размещаемого в

умеренно — холодном климате с условно — чистым типом атмосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оржаховский М.Л. Общие закономерности влияния температуры и относительной влажности воздуха на влагостойкость электроизоляционных конструкций // Электротехника. — 1968. — № 1. — С.40-43.

2. Оржаховский М.Л. Закономерности влияния температуры и концентрации агрессивной среды на долговечность полимерных материалов // Пластические массы. — 1966. — № 5. — С.60-65.

3. Цингарелли Е.П., Оржаховский М.Л. Сравнение температурных и концентрационных зависимостей сроков службы лакокрасочных покрытий в агрессивных газах и жидкостях / Лакокрасочные материалы и их применение. — 1977. — № 4. — С.40-42.

4. Баев В.А., Маслов В.В., Оржаховский М.Л. Обоснование режима испытаний на влагостойкость изделий, предназначенных для эксплуатации в тропических условиях / Вестник электропромышленности. — 1959. — № 9. — С.72.

5. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

6. ГОСТ 24482-80. Макроклиматические районы земного шара с тропическим климатом. Районирование и статические параметры климатических факторов для технических целей.

7. ГОСТ 25870-83. Макроклиматические районы земного шара с холодным и умеренным климатом. Районирование и статические параметры климатических факторов для технических целей.

Поступила в редакцию 19.06.2012