Александров Виктор Иванович
к.в.н, доцент, доцент кафедры
ТВВИКУ им. А.И.Прошлякова
Бухнер Валерий Эдуардович, преподаватель
ТВВИКУ им. А.И.Прошлякова
Кузнецов Владимир Алексеевич, старший преподаватель
ТВВИКУ им. А.И.Прошлякова

СТАРЕНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Аннотация. В данной работе рассмотрены наиболее существенные факторы, влияющие на изменение технического состояния инженерной техники в процессе хранения. Раскрыты особенности процесса старения деталей при хранении. Предложены способы защиты инженерной техники от коррозии.

Ключевые слова: Хранение, фактор, защита, инженерная техника, коррозия, консервация, старение, окисление

Наиболее существенным фактором, влияющим на изменение технического состояния инженерной техники (ИТ) в процессе хранения, является старение неметаллических материалов. Исследование технического состояния ИТ ДХ, [3] показало, что даже в благоприятных условиях содержания техники (хранилище, навес) с применением эффективных способов консервации, после 8..10 лет хранения в первую очередь выходят из строя неметаллические детали. Отказы и неисправности, вызванные старением неметаллических деталей, являются в этом случае преобладающими и составляют до 85 % от общего числа отказов и неисправностей ИТ ДХ.

Старение – совокупность физических и химических процессов, протекающих в неметаллических материалах, специальных жидкостях, резинах, пластмассах и приводящих к изменению их состава, структуры и физико-механических свойств под действием влияющих факторов. Старение характеризуется явлениями кристаллизации и деструкции. При кристаллизации повышается твердость и усадка (уменьшение объема), а при деструкции – снижается прочность материалов.

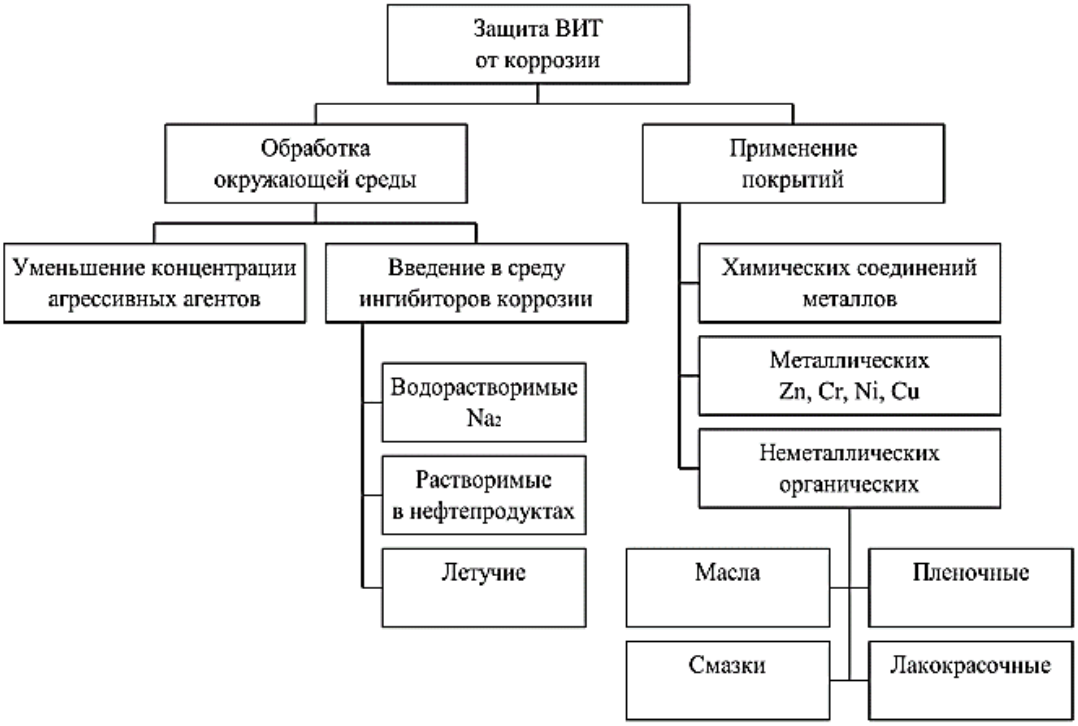

Рис. 1 Способы защиты ВИТ от коррозии

Факторы, влияющие на стабильность неметаллических материалов, можно условно разделить на внешние – эксплуатационные (связанные с влиянием среды и нагрузок), внутренние (определяемые химическим составом, строением, особенностями структуры), а так же конструктивно-технологические (характеризующими особенности конструктивного и технологического изготовления изделий). На скорость старения резин оказывают влияние различные климатические факторы. Основными из них являются – воздействие на неметаллические материалы нестационарных температурных полей (рис 2), а так же кислорода (озона) воздуха. К факторам внешней среды, катализирующим процессы старения, следует отнести солнечную радиацию и относительную влажность воздуха.

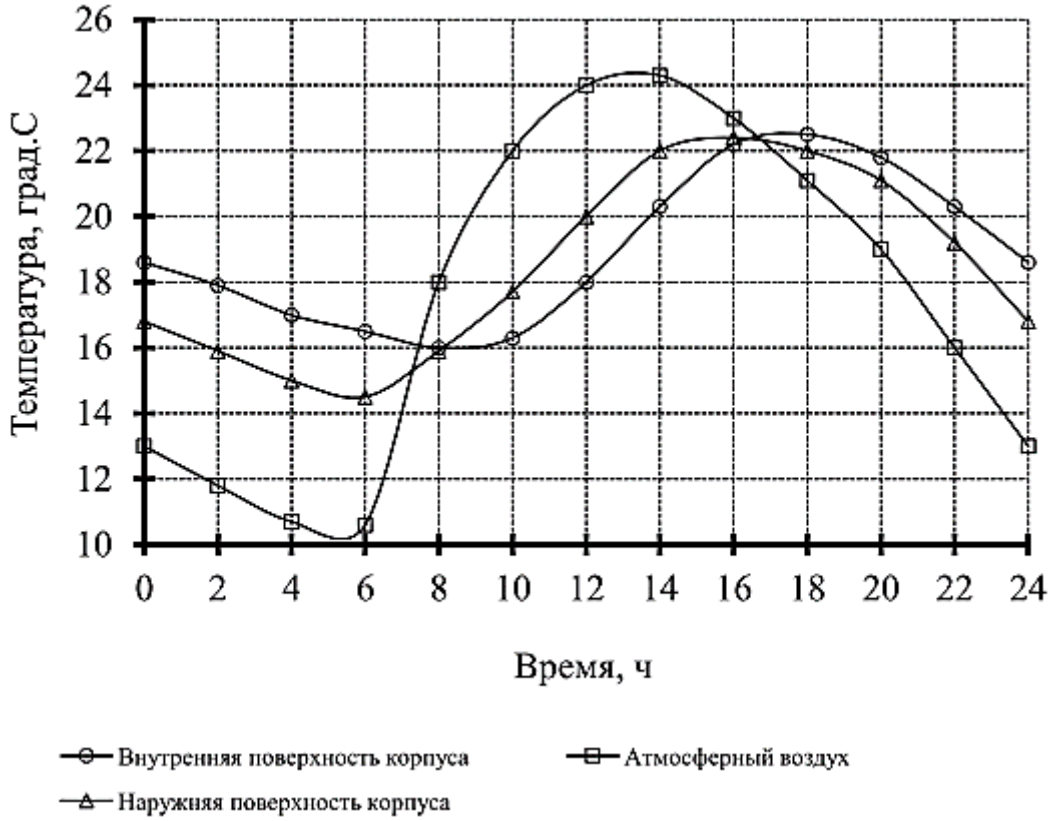

Рис. 2 Динамика суточных колебаний температур для умеренного климатического района (июль месяц)

В основу современного представления о механизме старения положена перекисная теория академика А.М. Баха, разработанная в конце XIX века, и теория вырожденно-разветвленных цепных реакций академика Н.Н. Семенова [1], предложенная в 30-х годах XX века и получившая в последнее время фундаментальное подтверждение. Согласно данной теории, в процессе окисления полимерные материалы претерпевают структурные изменения в результате протекания двух процессов: деструкции макромолекулярных цепей и их сшивания с образованием разветвленных цепей (структурирование) [1]. Эти реакции тесно связаны с особенностями исходного строения полимеров, их молекулярной массой, а также со скоростью диффузии кислорода внутрь материала и условиями окисления.

Процесс окисления происходит в несколько стадий [2]. На первой стадии происходит инициирование молекул тепловой энергией, что приводит к диссоциации и разрыву химических связей с образованием свободных радикалов (R). На последующих стадиях происходит взаимодействие молекул в виде цепной реакции окисления:

$2R + O_2 \rightarrow RO_2$

Окислы RO_2 в свою очередь реагируют с исходными молекулами. При высоких температурах, наличии катализаторов, а так же даже незначительного растяжения (3 – 5 %), скорости реакций окисления значительно увеличивается. Аналогично кислороду, озон так же активно вступает в реакцию с двойными связями молекул полимеров. Реакция озона с

материалами протекает на поверхности и в прилегающем к ней объеме и вызывает образование трещин.

Таким образом, степень воздействия кислорода и озона на полимеры существенно зависит от температуры. Следует иметь в виду, что с повышением температуры, воздействие на материалы озона существенно снижается и при температуре близкой к 50 ^{0}С практически исчезает, так как происходит его разложение до кислорода. Воздействие же кислорода на неметаллические материалы с повышением температуры увеличивается.

Растягивающие напряжения в процессе атмосферного старения влияют на увеличение вероятности деструкции молекулярных цепей, на раскрытие микротрещин и устранение диффузионных препятствий при проникновении кислорода (озона) вглубь полимера, а также на ускорение разрастания трещин в результате концентрации напряжений в их вершинах. Наиболее интенсивно растрескивание протекает в области 20...30 % деформации.

Старение лакокрасочных покрытий (ЛКП) также связано с последствиями окислительных реакций, происходящих под действием кислорода. Старение ГСМ проявляется в изменении физико-химических параметров, определяющих их эксплуатационные свойства. Основными факторами, способствующими изменению стабильности свойств масел и топлив при ДХ, являются кислород и относительная влажность.

Таким образом, проведенный анализ позволил установить, что процесс старения имеет ряд особенностей, а именно:

1. До настоящего времени не разработаны эффективные методы замедления этого процесса.

2. Отсутствуют достаточно точные теоретические расчеты по срокам сохраняемости полимеров на ДХ и требуется проведение специальных исследований.

3. Отсутствуют внешние проявления изменения физико-механических свойств полимерных материалов, что затрудняет контроль их состояния.

4. Недостаточно разработаны методы и средства контроля состояния РТИ на ИТ ДХ. В соответствии с данными, приведенными в работе [2], часть РТИ, снятых с ИТ при РТО, после визуального осмотра устанавливаются на технику текущего довольствия без оценки остаточного ресурса.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 27.004-2009 «Надёжность в технике. Модели отказов».
2. ГОСТ 21623-76 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтопригодности. Термины и определения».
3. Колотилкин А.В. Оценка и управление техническим состоянием машин при длительном хранении / А.В. Колотилкин, В.Б. Масягин // Вестник СибАДИ. – 2022. Т. 19. № 4. 514-525 с.
4. Сидоров А.И. Надежность технических систем военного назначения: учебное пособие. / А.И. Сидоров, Г.К. Чистова, В.И.Алчинов – М.: Инфра-Инженерия, 2019. 324 с.