

работ текущего обслуживания. В этой связи возникает проблема оптимальных сроков проверки тех или иных устройств станции.

Таким образом, проводимые мероприятия технического обслуживания нуждаются в анализе с точки зрения их эффективности в достижении задач профилактики. Оптимизация объема профилактических работ за счет исключения проверок, не выявляющих степень износа радиоэлектронных устройств и разработка рекомендаций по эквивалентному замещению частных проверок подсистем на проверки изделия в целом особенно актуальны в заключительный период эксплуатации, требующий жесткой экономии ресурса станции.

В целях определения обоснованности ряда мероприятий при одном из видов технического обслуживания станции СОЦ, а именно текущем обслуживании (ТеО), был проведен анализ достоверности контроля аппаратуры и эффективности профилактических работ при ТеО. Установлено, что ряд проверок параметров не связан с возможностью их восстановления путем регулировки. Учитывая, что устройства, характеризуемые этими параметрами, имеют закон распределения отказов, близкий к экспоненциальному, предложено отказаться от их проведения этих проверок при ТеО. Предложен ряд других мероприятий, направленных на повышение эффективности технического обслуживания.

### **Анализ конструкций гусеничных ходовых систем**

Ковальчук Д.Е., Маршалкевич И.С.

Научный руководитель Юрко С.В.

Белорусский национальный технический университет

Сравнительный анализ и сопоставление колесных и гусеничных машин при эксплуатации их в тяжелых дорожных, а особенно во внедорожных условиях показывает преимущество последних по таким важнейшим показателям, как проходимость, производительность, маневренность, тягово-сцепные качества, удобство и надежность работы. Многоприводные автомобили и автопоезда даже при наличии четырех–пяти ведущих мостов не могут обеспечить в условиях бездорожья такую же реализацию тяговых качеств, как гусеничные машины. При этом сложность и громоздкость активного привода к колесам ликвидирует такое важное достоинство автомобиля, как простота конструкций. По-прежнему, эффективная работа целых отраслей народного хозяйства зависит от прогресса в разработках конструкторов гусеничных машин.

Двигатель гусеничных машин (рисунок 1) состоит из гусеничных цепей или лент, ведущих и направляющих колес, опорных и поддерживающих катков. Вес ТС передается через подвеску на опорные катки и гусеницы, а через них – на опорную поверхность.

Под действием крутящего момента  $M_{в.к.}$  ведущие колеса перематывают гусеничные цепи, которые расстилаются по дороге и являются как бы рельсовым путем, по которому на опорных катках перемещается несущая система машины. По мере перекачивания опорных катков задние звенья (траки) гусеничной цепи переходят на верхнюю ветвь гусеницы, а затем снова вступают в контакт с поверхностью грунта под передней частью машины.

По конструкции гусеничные движители современных машин могут быть:

с несущими или приподнятыми направляющими колесами, с передним или задним расположением ведущих колес, с поддерживающими катками или без них;

с различным типом шарниров гусениц – с открытыми металлическими, резинометаллическими шарнирами или шарнирами в виде игольчатых подшипников. На рисунке 1 а и в ведущие колеса расположены в кормовой части машины. В этих схемах потери на трение в шарнирах меньше, чем при носовом расположении ведущих колес, так как число шарниров гусеницы, нагруженных тяговым усилием, и точек перегиба уменьшается. В схемах на рисунке 1 б и г отсутствуют поддерживающие катки, опорные катки большого диаметра, и сам движитель имеет меньшую высоту. Однако при движении с большими скоростями верхняя ветвь гусеницы начинает совершать значительные вертикальные колебания, сопровождаемые ударами по опорным каткам. Схема на рисунке 1 г содержит большое число опорных катков, расположенных в шахматном порядке, что улучшает проходимость машины.

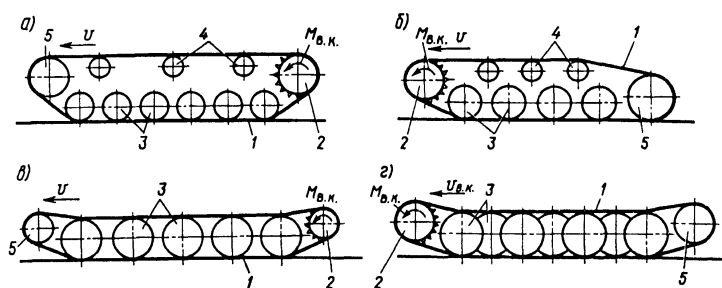


Рисунок 1 – Схемы гусеничных движителей:

- 1 – гусеничная цепь; 2 – ведущее колесо; 3 – опорные катки;  
4 – поддерживающие катки; 5 – направляющее колесо

В схеме на рисунке 1 б направляющее колесо является несущим, т.е. оно опущено на опорную поверхность и одновременно выполняет роль

опорного катка. В этом случае направляющее колесо обязательно подрессорено.

Гусеницы транспортных машин могут быть выполнены в виде замкнутых резинокордных или резинометаллических лент. Однако эти ленты вследствие недолговечности и малой несущей способности используются на самых легких машинах, например на снегоходах. Наибольшее распространение получили металлические многозвенные гусеничные цепи, состоящие из звеньев (траков), шарнирно соединенных между собой (рисунок 2).

Траки представляют собой литые или штампованные звенья из износостойкой стали, имеющие на наружной поверхности грунтозацепы, на внутренней поверхности – направляющие гребни, а также отверстия (цевки), в которые входят зубья ведущих колес, и ушки, в которые входят соединительные пальцы, шарнирно соединяющие траки между собой.

Направляющие гребни препятствуют спаданию гусениц с катков. Если опорные катки одинарные, гребни делаются двойными и располагаются по обе стороны катков, если катки сдвоенные, гребни выполняются одинарными и проходят между катками.

В гусеницах с открытыми металлическими шарнирами соединительный палец *б* в виде длинного стального стержня круглого сечения (рисунок 2) вставляется в ушки сближенных друг с другом траков и закрепляется от выскакивания шплинтом, стопорным кольцом или расклепыванием. Гусеницы с такими шарнирами подвержены ускоренному износу, так как в шарниры легко попадает грязь и особенно песок, обладающий абразивными свойствами. В результате износа увеличивается длина гусеницы, а также уменьшается прочность пальцев. Изменение длины гусеницы требует частых регулировок ее натяжения, а с уменьшением прочности пальцев происходит их поломка, ведущая к разрыву гусеницы.

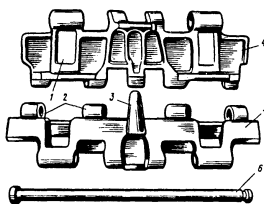


Рисунок 2 – Элементы металлической многозвенной гусеницы с открытым металлическим шарниром:

- 1 – цевка; 2 – ушки; 3 – направляющий гребень; 4, 5 – траки;  
6 – соединительный палец

Применение резинометаллических шарниров, в которых исключено трение, значительно увеличивает надежность и срок службы гусениц. В таких шарнирах (рисунок 3) палец впрессован в резиновую втулку, которая в свою очередь запрессована в ушки трака. При изгибе гусеничной цепи происходит лишь закручивание резиновых втулок. Трение скольжения между поверхностями отсутствует, поэтому нет износа траков и пальцев. Однако здесь имеются потери при изгибе гусеницы за счет гистерезисных явлений в резине. Для их уменьшения используется предварительное закручивание втулок в сторону, обратную их закручиванию при работе.

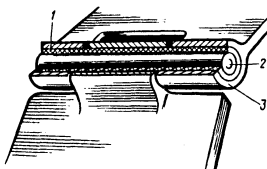


Рисунок 3 – Соединение траков резинометаллическим шарниром:  
1 – резиновая втулка; 2 – палец; 3 – ушко трака

Шарниры на игольчатых подшипниках содержат запас смазки и закрыты сальниками. В настоящее время такие шарниры широкого распространения не получили.

Ведущие колеса гусеничного движителя представляют собой стальные венцы, прикрепленные к ступицам бортовых передач.

По типу зацепления ведущих колес с гусеничной цепью различают ведущие колеса с цевочным и гребневым зацеплениями (рисунок 4).

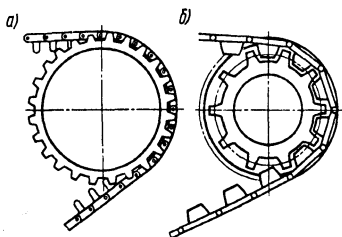


Рисунок 4 – Виды зацепления ведущего колеса с гусеницей:  
а – цевочное; б – гребневое

Конструкция элементов зацепления ведущих колес с гусеницей должна обеспечивать безударную передачу усилий, свободный вход и выход эле-

ментов гусеницы из зацепления, хорошее самоочистнение от грязи, снега и попадающих в зацепление крупных предметов.

Направляющие колеса располагаются на противоположном от ведущих колес конце машины и служат для направления движения гусеницы и (совместно с механизмом натяжения) для регулирования натяжения гусеницы. Кроме того, они должны обеспечивать самоочистку от грязи, снега и удаление с беговой дорожки гусеницы грязи, льда (скалывание его) и снега. В зависимости от конструкции гусениц, ведущих колес и опорных катков, направляющие колеса могут быть двойными или одинарными.

Натяжение гусениц необходимо для предотвращения их спадания, уменьшения потерь при перематывании гусениц и облегчения их монтажа и демонтажа.

Среди натяжных механизмов с механическим приводом различают: винтовые – с поступательным перемещением оси направляющего колеса (рисунок 5 а); кривошипные – с перемещением оси направляющего колеса по дуге окружности. Поворот кривошипа может осуществляться с помощью червячной пары (рисунок 5 б) или винтовой стяжки (рисунок 5 в).

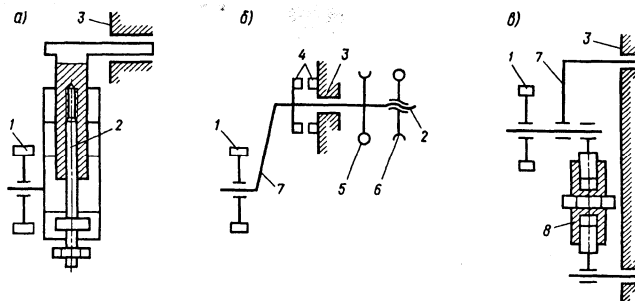


Рисунок 5 – Типы механизмов натяжения гусениц:

- 1 – направляющее колесо; 2 – винтовой механизм; 3 – корпус машины;  
 4 – фиксирующие гребенки; 5, 6 – червячные пары; 7 – кривошип;  
 8 – винтовая стяжка

Опорные катки современных гусеничных машин можно разделить на три типа: с наружной резиновой шиной; с внутренней амортизацией (рисунок 6 а); жесткие цельнометаллические (рисунок 6 б). Каток каждого из трех типов может быть одинарным, двойным (рисунок 6 а и б) и при очень больших нагрузках на катки – тройным.

В некоторых гусеничных движителях опорные катки выполнены с пневматическими шинами или шинами с эластичным наполнителем (рисунок 6 в).

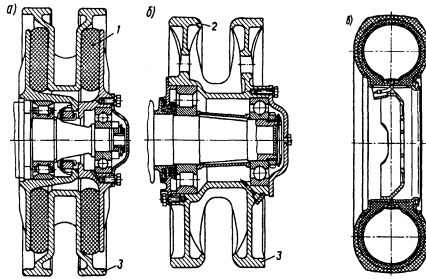


Рисунок 6 – Типы опорных катков

В зависимости от диаметра опорные катки бывают малого (500–600 мм) и большого (700–800 мм и более) диаметров. Гусеничные движители с опорными катками малого диаметра включают в себя под-держивающие катки.

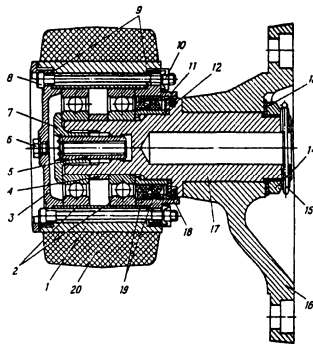


Рисунок 7 – Поддерживающий каток:

- 1 – ступица; 2 – подшипники; 3 – крышка; 4 – втулка; 5 – стопорный палец;  
 6 – пробка; 7 – грибок; 8 – болт; 9 – прокладки; 10 и 14 – гайки;  
 11 – крышка лабиринта; 12 – кольцо; 13 и 18 – шайбы; 15 – шплинт;  
 16 – кронштейн; 17 – ось; 19 – манжеты; 20 – шина

Жесткие опорные катки используются на тихоходных гусеничных машинах. Катки с наружной резиновой шиной снижают динамические нагрузки на гусеницу и на каток, снижают шум от движения машины. Однако в резине из-за большого внутреннего трения при ее деформации выделяется большое количество тепла, что приводит к расслаиванию шины или отслаиванию ее от обода катка. При слишком больших нагрузках на каток

и скоростях движения применяются катки с внутренней амортизацией. Резина в этих катках работает главным образом на сдвиг, и работающая поверхность значительно больше, чем в наружных шинах.

Поддерживающие катки служат для поддержания верхней свободной ветви гусеничной цепи. Условия работы поддерживающих катков значительно легче, чем опорных, так как они нагружены лишь частью веса гусениц. На рисунке 7 представлена конструкция поддерживающего катка вместе с кронштейном крепления его к корпусу машины.

На основании вышеизложенного материала следует вывод:

необходимость в разработке новых и модификации старых конструкций тягово-транспортных средств с приводом от гусеничного движителя была и остается высокой.

### **Разработка предложения по совершенствованию методики оценки технического состояния ЗСУ 2С6**

Коновалов А.А.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Зенитная самоходная установка (ЗСУ 2С6) зенитного пушечного ракетного комплекса «Тунгуска» предназначена для уничтожения самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), летящих со скоростями до 500 м/с на предельно малых и малых высотах, а также отдельных наземных и надводных легкобронированных целей.

Комплекс обеспечивает стрельбу с места, коротких остановок и в движении, может вести стрельбу зенитными автоматами в любое время суток и года, ракетами – в условиях оптической видимости цели.

Наличие двух видов вооружения (ЗУР и ЗА) делает комплекс эффективным во всех видах боя.

ЗПРК 2К22 характеризуется боевыми возможностями, которые можно разделить на разведывательные, огневые и маневренные.

Разведывательные возможности определяют возможности станции обнаружения целей (СОЦ) установки по обнаружению воздушных целей. Для СОЦ ЗСУ 2С6 дальность обнаружения составляет не менее 20 км.

Наиболее обобщенной характеристикой огневых возможностей ЗПРК является зона поражения ракетным оружием и зона обстрела пушечным вооружением.

Предельные возможности комплекса по обстрелу целей ракетным оружием составляют:

$D_{\text{мин}} = 2500 \text{ м};$   
 $D_{\text{макс}} = 8000 \text{ м};$   
 $H_{\text{мин}} = 15 \text{ м};$

$H_{\text{макс}} = 3500 \text{ м};$   
 $R_{\text{макс}} = 4000 \text{ м}.$