

УДК 623.4.004.67

М. А. ШИШАНОВ, д-р техн. наук, **Б. А. МЕЛЬНИК**, канд. техн. наук, **Л. И. КОБЯКОВ**, ст. науч. сотр.
(Центр. науч.-ислед. ин-т вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, г. Киев)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОССТАНАВЛИВАЕМОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ МАШИН ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рассмотрены некоторые задачи решения проблемы улучшения восстанавливаемости и ремонтпригодности военной техники путем совершенствования организационных и конструктивных решений при создании образца.

Розглянуто деякі задачі рішення проблеми поліпшення відновлюваності та ремонтпридатності військової техніки шляхом удосконалення організаційних та конструктивних рішень при створенні зразків.

Работам над проблемой улучшения восстанавливаемости и ремонтпригодности военной техники (ВТ) постоянно уделяется должное внимание в армиях ведущих государств мира. Под восстанавливаемостью ВТ понимают ее свойство, заключающееся в приспособленности к восстановлению работоспособности или исправного состояния после боевых повреждений путем проведения ремонтов в заданных условиях боевого применения при возможных ограничениях [1]. Под ремонтпригодностью ВТ понимают приспособленность ее конструкции к проведению технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) в войсках [2].

Обеспечение высокого уровня восстанавливаемости и ремонтпригодности способствует достижению ВТ максимальной боевой эффективности.

Проблема может быть сформулирована следующим образом: обеспечить максимальную приспособленность ВТ к ТО и Р на заданном уровне и минимизировать требования к квалификации обслуживающего персонала и оборудованию для ремонта и обслуживания.

Требования максимальной приспособленности ВТ к ремонту выдвигается не вообще, а в конкретных условиях, то есть при ремонте в полевых условиях с помощью подвижных мастерских и на подвижных ремонтных заводах (предприятиях) (сервисных центрах ГК “Укроборонпром”).

При решении этой проблемы предусматриваются следующие основные этапы:

- выработка требований по восстанавливаемости и ремонтпригодности, включение их в техническое задание (тактико-техническое задание);
- обеспечение выполнения требований в процессе проектирования и разработки образца;
- проверка выполнения требований на опытных образцах (при испытаниях).

Особенностью начального этапа является стремление активно воздействовать на конструкцию образца с позиции восстанавливаемости и ремонтпригодности на ранних этапах его создания. В ходе дальнейшей работы над решением проблемы специалисты пришли к выводу, что для более четкой реализации требований необходимо описание задач, решаемых рассматриваемыми требованиями, и их количественная оценка [3, 4].

По мнению специалистов, основу восстанавливаемости и ремонтпригодности ВТ составляют:

- возможность доступа к сборочным единицам, деталям и другим комплектующим для контроля их работоспособности или исправности;
- простота ТО и монтажно-демонтажных работ;
- наличие встроенной диагностической аппаратуры с датчиками сигнализации предельного и аварийного состояния основных сборочных единиц;

© М. А. ШИШАНОВ, Б. А. МЕЛЬНИК, Л. И. КОБЯКОВ, 2015

- наличие специальных разъемов для подключения переносной диагностической аппаратуры;
- ограниченная номенклатура инструментов, приспособлений, горючих и смазочных материалов.

С целью выполнения этих условий иностранные специалисты, в том числе американские, идут на некоторое увеличение массы и габаритов ВТ, поскольку, по их мнению, чрезмерное уплотнение компоновки ВТ для достижения минимально возможных габаритов отрицательно сказывается на ее восстанавливаемости и ремонтпригодности. Для количественной оценки этих требований должны быть определены и зарегистрированы такие показатели [4]:

- продолжительность и трудоемкость выполнения отдельных операций;
- количество исполнителей каждой операции;
- квалификация исполнителей;
- применяемые инструменты, принадлежности, оборудование и аппаратура, в том числе диагностическая;
- условия окружающей среды;
- отклонения от технологии, изложенной в документации ВТ;
- наработка ВТ или отдельных сборочных единиц;
- внешнее проявление отказов и боевых повреждений;
- перечень проверяемых сборочных единиц и последовательность их проверок.

Трудоемкость замены сборочной единицы можно определить по выражению

$$h_3 = \sum_{i=1}^k t_i n_i, \quad (1)$$

где h_3 – трудоемкость замены сборочной единицы, чел./час;

t_i – продолжительность i -й операции, час;

n_i – количество исполнителей i -й операции, чел.;

k – количество операций.

Средняя продолжительность восстановления ВТ определяется по выражению

$$\bar{T}_B = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (T_{по_j} + t_{3_j} + t_{сп_j}), \quad (2)$$

где \bar{T}_B – средняя продолжительность восстановления ВТ, час;

M – количество отказов или боевых повреждений, после которых проводилось восстановление работоспособности или исправности ВТ;

$\bar{T}_{по_j}$ – продолжительность поиска причины j -го отказа, час;

t_{3_j} – продолжительность замены (или ремонта) сборочной единицы, необходимой для восстановления работоспособности ВТ после j -го отказа, час;

$t_{сп_j}$ – продолжительность выполнения специальных (слесарно-механических, сварочных и т. д.) ремонтных работ, обусловленных характером j -го боевого повреждения, час.

Оценка средней стоимости восстановления ВТ может производиться по формуле

$$\bar{C}_B = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M [C_{3_j} + C_{M_j} + (h_{по_j} + h_{3_j} + h_{сп_j}) K_H C_p], \quad (3)$$

где \bar{C}_B – средняя стоимость восстановления ВТ, грн.;

M – количество отказов или боевых повреждений, после которых проводилось восстановление работоспособности или исправности ВТ;

C_{3_j} – стоимость замененных сборочных единиц, грн.;

C_{M_j} – стоимость материалов, израсходованных при поиске причины j -го отказа и восстановления ВТ после отказа или боевого повреждения, грн.;

h_{3_j} – трудоемкость замены или ремонта сборочной единицы после j -го отказа, чел./час;

$h_{по_j}$ – трудоемкость поиска причины j -го отказа, чел./час;

$h_{сп_j}$ – трудоемкость выполнения специальных (слесарно-механических, сварочных и т. д.) ремонтных работ, обусловленных характером j -го боевого повреждения, чел./час;

K_H – коэффициент накладных расходов;

C_p – стоимость одного человеко-часа ремонтных работ, грн·чел/час.

Значение темпа восстановления ВТ определяется как отношение вероятности восстановления ВТ, получившей боевые повреждения, к средней продолжительности восстановления. Показатели оценивают по формуле

$$\tau_B = \frac{P_{БП}}{\bar{T}_{БП}}, \quad (4)$$

где τ_B – темп восстановления, 1/час;

$P_{БП}$ – вероятность восстановления ВТ, получившей боевые повреждения;

$\bar{T}_{БП}$ – средняя продолжительность восстановления ВТ, получившей боевые повреждения, час.

Значения $P_{ВЭИ}$ определяют по фактическим результатам воздействия на ВТ поражающих средств.

Проблема восстанавливаемости и ремонтпригодности в процессе создания образца включает следующие аспекты:

- предварительную оценку;
- прогнозирование и проверку возможности создания восстанавливаемого образца;
- обеспечение восстанавливаемости и ремонтпригодности на стадии проектирования и конструирования образца ВТ.

Каждый из аспектов должен разрабатываться на определенном этапе создания образца ВТ.

Связь этапов разработки конструкции и параллельное решение аспектов восстанавливаемости образца свидетельствуют о том, что ее считают одним из основных свойств конструкции ВТ.

Вопросами обеспечения восстанавливаемости и ремонтпригодности в ходе создания новой конструкции должны заниматься специалисты, которые контролируют этапы создания нового образца с этой позиции.

По взглядам зарубежных специалистов, создание образца, в достаточной степени ремонтпригодного, невозможно без определенного уровня стандартизации, унификации и конструктивной преемственности его сборочных единиц, поэтому необходимо создание долгосрочной программы развития ВТ с учетом общих тенденций повышения уровня восстанавливаемости и ремонтпригодности, а также создания унифицированных семейств ВТ различного назначения, что способствует общему сокращению затрат на разработку, производство, эксплуатацию и повышение надежности образцов.

Отсутствие централизованной системы заказов и долгосрочной программы разработки ВТ в сочетании с установившейся практикой изготовления сборочных единиц на разных заводах может привести к выпуску большого количества базовых сборочных единиц для машин различного назначения. Это вызывает значительное повышение стоимости изготовления образцов, ухудшение уровня восстанавливаемости в условиях боевых действий войск, большое затруднение с поставкой запасных частей, ремонтом и обучением личного состава.

Прогнозированию и проверке восстанавливаемости конструктивных решений военные специалисты придают важное значение, особенно таким, как доступность к сборочным единицам – легко-

съемность, конструктивная преемственность сборочных единиц (взаимозаменяемость), унификация, стандартизация.

Можно привести некоторые специальные конструктивные приемы и решения для повышения восстанавливаемости и ремонтпригодности образца ВТ, в частности бронетанковой техники. Так, например, все системы танковых двигателей конструируются с расчетом сокращения до минимума их внешних соединений друг с другом, а также с корпусом танка, чтобы при замене двигателя было как можно меньше внешних соединений, а оставшиеся внешние соединения были обеспечены надежными и быстро отсоединяемыми и присоединяемыми разъемами.

В результате проведения этой работы все необходимые отсоединения и присоединения при замене двигателя или силового блока осуществляются в течение секунд или минут и не представляют трудностей для ремонтников в процессе их выполнения.

К наиболее характерным конструктивным приемам, повышающим восстанавливаемость и ремонтпригодность, можно отнести:

- снижение до минимума общего количества и максимальная стандартизация крепежных элементов;
- применение специального крепежа и легкоразъемных соединений, обеспечивающих удобство проведения демонтажнo-монтажных работ;
- унификация и нормализация конструкции специальных гаек, имеющих один размер паза под зацеп радиусным ключом;
- постоянное закрепление ключа на гайках узлов и систем, требующих частого и быстрого заворачивания (отвертывания) при эксплуатации;
- соединение трубопроводов различных систем армированными шлангами с помощью накидных гаек вместо дюритовых шлангов и стяжных болтов;
- применение легкоразъемных соединений с обратными клапанами, обеспечивающими автоматическое предотвращение утечки рабочей жидкости (топлива, масла, специальных жидкостей) из рабочих объемов при демонтаже сборочных единиц;
- применение специальных многоконтактных быстроразъемных штепсельных соединений экранированных кабелей электропроводки, ис-

ключающих возможность неправильного их подсоединения при монтаже;

- многоцветная проводка или маркировка набором разноцветных кембриков кабелей и проводов, а также ряд других конструктивных приемов.

Первым этапом в предварительной оценке изделия с позиции восстанавливаемости и ремонтпригодности является изучение условий, принципов обслуживания и ремонта, и на основе этого выработка качественных и количественных требований.

Вторым этапом является проведение ориентировочной прикидки возможной продолжительности ремонта каждой составной части создаваемого изделия на уровне подсистем (сборочных единиц).

Третьим этапом является расчет средней продолжительности ремонта изделия и сравнение ее с требуемым значением.

Следующим аспектом общей программы обеспечения восстанавливаемости и ремонтпригодности создаваемого изделия является их прогнозирование. Цели прогнозирования аналогичны целям, рассмотренным выше, предварительной оценки восстанавливаемости и ремонтпригодности. Если оценка является лишь ориентировочным расчетом удовлетворения заданных требований, то прогнозирование выполняется на таком этапе проектирования, когда уже в основном конкретизированы особенности конструкции изделия, а также средства и условия его ремонта и обслуживания. Это позволяет более детально описать свойства конструкции, оценить удовлетворяют ли они заданным требованиям.

При решении аспекта восстанавливаемости и ремонтпригодности изделия на стадии проектирования и конструирования необходимо руководствоваться военными стандартами, которые определяют требования к проведению программы восстанавливаемости и ремонтпригодности, особенно в процессе разработки конструкции вооружения, оптики с оптимальными параметрами. Кроме этого, для повышения уровня восстанавливаемости и ремонтпригодности при конструировании изделия рекомендуются использовать следующие приемы:

- предусматривать соответствующую доступность к элементам изделия для проведения операций ремонта и обслуживания;
- обеспечивать взаимозаменяемость сборочных единиц и деталей в изделиях, а также эксплуатационных материалов;

- максимально применять в конструкции изделия стандартизированные сборочные единицы и детали;
- сокращать количество и номенклатуру инструментов и вспомогательных приспособлений при ремонте и обслуживании.

Объем и периодичность операций по ремонту, обслуживанию, являющихся результатом конструкции, рекомендуется уменьшать проведением следующих мероприятий:

- повышением безотказности работы изделия;
- применением таких сборочных единиц и деталей, которые требуют мало или же не требуют вовсе обслуживания;
- расширением допусков, которые определяют длительность использования деталей в эксплуатации;
- применением соответствующих способов предотвращения коррозии элементов изделия.

Широкое распространение за рубежом нашло объединение сборочных единиц и систем в блоки. Основной целью создания блоков является повышение восстанавливаемости и ремонтпригодности путем сокращения продолжительности работ при ТО и Р этих блоков вне корпуса машины.

Реализация такого конструктивного решения позволяет при высокой плотности компоновки уменьшить продолжительность и трудоемкость ремонта, повысить его качество путем обеспечения легкосъемности всего блока, улучшением доступности ко всем сборочным единицам при снятом блоке.

Для исключения сложных центровочных работ применяются специальные направляющие и эксцентриковые точки для крепления двигателя, карданные соединения между механизмами передач и поворотов и бортовыми передачами, разрезные втулки, исключают необходимость в призонных болтах, специальные направляющие метки, пояски и другие аналогичные решения для удобства сборки и установки на место отдельных сборочных единиц и деталей.

Большое внимание зарубежные специалисты уделяют взаимозаменяемости сборочных единиц. Примером этому может служить то, что на бронетранспортер М113А1 могут устанавливаться блоки силовой установки и силовой передачи с дизельными и карбюраторными двигателями, а также двигатели и коробки передач с коммерческих автомобилей. При этом соединительные размеры, системы соединений и другие параметры унифици-

Таблица 1. Приспособленность танка “Абрамс” к ТО и Р

Вид ТО и Р	ТТТ		Фактически	
	время выполнения, час	трудоемкость чел./час	время выполнения, час	трудоемкость чел./час
Ежедневное ТО	0,75	3	0,6	2,55
Полугодовое ТО	36	64	28,3	42,9
Войсковой ремонт	4	8	3,4	6,14
Полевой ремонт	12	22	11,4	18,9

цированы, что позволяет устанавливать эти двигатели и сборочные единицы трансмиссии без переделки корпуса машины и мест их крепления.

Вместе с тем, сборочные единицы, поступающие для армии с коммерческих машин, должны быть значительно усилены и к ним должны предъявляться особые требования по надежности.

Решение проблемы восстанавливаемости и ремонтпригодности в настоящее время может осуществляться по следующим направлениям:

- создание семейств ВТ по весовым категориям, используя для каждой весовой категории одну базу, в том числе для машин технического и другого обеспечения;
- стандартизация, унификация сборочных единиц для семейства машин одной весовой категории;
- стандартизация, унификация сборочных единиц для семейства машин различных весовых категорий;
- проведение узаконенного комплекса мероприятий по оценке восстанавливаемости и ремонтпригодности на всех этапах создания изделия, в результате которых заказчик получает гарантию того, что изделие будет обладать высокой приспособленностью к ремонту и техническому обслуживанию (ТО и Р) в полевых условиях (табл. 1).

Повышение восстанавливаемости и ремонтпригодности ВТ осуществляется путем внедрения конструктивных решений, обеспечивающих:

- взаимозаменяемость сборочных единиц;
- доступность к каждой сборочной единице;
- легкосъемность;
- контролепригодность;
- защищенность от ошибок, то есть приспособленность к ТО и Р специалистами низкой квалификации;
- преемственность.

Интенсивная работа по решению проблемы восстанавливаемости и ремонтпригодности и ее практическая реализация приведет к определенным успехам, в результате которых образцы ВТ будут находиться на должном уровне, особенно в условиях боевых действий войск.

Выводы

Таким образом, современное состояние проблемы обеспечения восстанавливаемости и ремонтпригодности машин военного назначения требует как совершенствования путем их развития, так и внедрения в реальные конструкции новых технических решений. В связи с этим рассматриваемая проблема должна находиться в центре внимания военного командования.

Научно обоснованные взгляды на решение этой проблемы окажут существенное влияние на боеготовность войск, особенно в период проведения антитеррористических (специальных) операций.

Список литературы

1. *Надійність техніки*. Терміни та визначення : ДСТУ 2860-94. – К. : Держстандарт України, 1994. – 25 с.
2. *Технология ремонта бронетанковой техники* : учеб. пособие / под ред. М. И. Марютина. – М. : ВА БТВ, 1973. – 591 с.
3. *Ремонтпригодность машин* / под ред. П. Н. Волкова. – М. : Машиностроение, 1975. – 368 с.
4. *Надежность и эффективность в технике* : справ. В 10 т. – Т. 8. – М. : Машиностроение, 1990. – 319 с.