

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ 10+ ФОРМИРОВАНИЕМ ФОНДА ВТОРИЧНЫХ АГРЕГАТОВ И УЗЛОВ

Г. Е. Митягин

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
(г. Москва, Российская Федерация)*

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные подходы к обеспечению работоспособности автомобилей возрастной группы 10+ путем формирования обоснованной номенклатуры хранимых агрегатов и узлов с учетом размеров, конструктивного исполнения, ресурсов деталей и сопряжений, входящих в сменный агрегат, а также технико-экономических факторов, влияющих на поведение собственников автомобилей и затрат на организацию хранения.*

***Ключевые слова:** автомобильный парк; транспортное средство; срок службы автомобиля; возрастная структура парка; выбывшие из эксплуатации автомобили; утилизация автомобилей; агрегат; узел; предприятия утилизации автомобилей.*

FEATURES OF ENSURING THE PERFORMANCE OF CARS OF THE AGE GROUP 10+ BY FORMING A FUND OF SECONDARY UNITS AND ASSEMBLIES

G. E. Mitiagin

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article considers the main approaches to ensuring the working capacity of cars of the age group 10+ by forming a reasonable nomenclature of stored units and components, taking into account the size, design, resources of parts and components included in the replacement unit, as well as technical and economic factors that affect the behavior of owners of cars and the cost of organizing storage.*

***Keywords:** vehicle fleet; vehicle; vehicle service life; age structure of the fleet; decommissioned vehicles; car recycling; unit; unit; car recycling enterprises.*

Марочный и возрастной состав современного российского парка автомобилей указывает на преобладание транспортных средств, имеющих значительный возраст, который у легковых автомобилей составляет 13,6 года, грузовых автомобилей малого класса – 14,1 лет, грузовых автомобилей среднего и большого класса – 19,7 лет [1, 2]. Основываясь на этих данных, можно обоснованно считать, что средний российский автомобиль независимо от типа или класса снят с производства и даже преодолел рекомендуемый заводами-изготовителями рекомендуемый срок службы. Существующие в настоящее время тенденции, указывают на негативный прогноз по среднему возрасту (рис. 1) и доле автомобилей, достигнувших десятилетнего возраста (табл. 1).

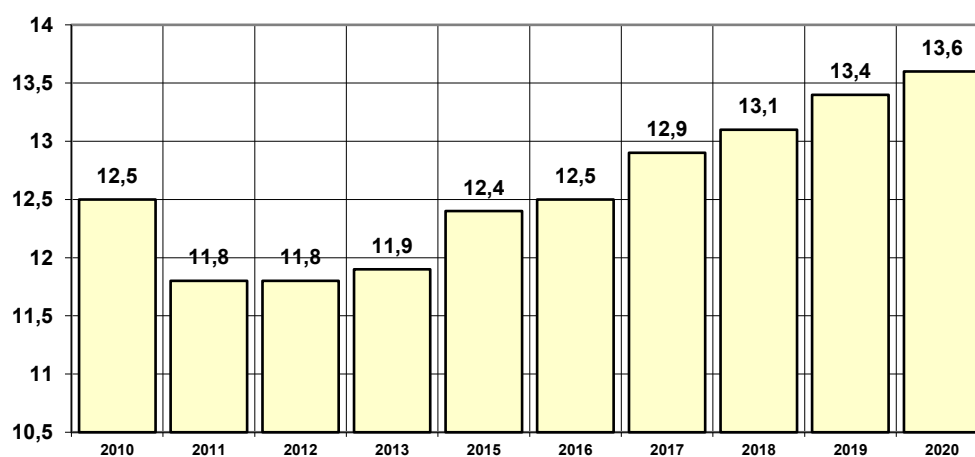


Рисунок 1 – Динамика изменения среднего возраста легковых автомобилей, лет [2]

Таблица 1 – Структура парка легковых автомобилей в России по возрасту, % [3]

Возрастная группа / год	2000	2005	2010	2014	2015	2016	2017
до 5 лет	20,6	21,7	27,2	29,3	28,3	27,8	28,4
от 5 до 10 лет	32,2	27,7	24,6	24,9	24,8	24,8	24,1
свыше 10 лет	47,2	50,6	48,2	45,8	46,9	47,4	47,5

Источником запасных частей, необходимых для продолжения эксплуатации таких автомобилей возрастной группы 10+, являются предприятия, не входящие в товаропроизводящую сеть заводов-изготовителей автомобилей, специализирующиеся на каком-либо виде продукции. Обычно эти предприятия специализи-

руются на производстве так называемых компонентов независимого спроса: элементов системы управления двигателя и электрооборудования, аккумуляторных батарей, приборов системы питания, элементов ходовой части, рулевых механизмов, подшипников, шин и дисков. Потребности в основных агрегатах, например, двигателях, коробках перемены передач, а также в кузовных элементах эти предприятия уже не обеспечивают, так как эти элементы имеют зависимый характер спроса, который зависит от объема продаж автомобилей на данном рынке, от марочной и модельной структуры рынка. Автомобили, преодолевшие, по мнению производителей, рациональные сроки эксплуатации, выпадают из сферы их интересов, поскольку практически не формируют выручку. Следовательно, единственными источниками запасных частей для собственников автомобилей являются производители «альтернативных» компонентов, а также предприятия, занимающиеся разборкой списанных или не подлежащих восстановлению после аварий автомобилей.

Многочисленные исследования, посвященные обеспечению работоспособности автомобилей сходятся к выводу, что для минимизации простоев автомобилей в ожидании ремонта или обслуживания, а, соответственно, для снижения потерь необходимо реализовывать агрегатный метод, технико-экономическую эффективность которого можно повысить, если применять его не только в условиях ремонтных производств, но и непосредственно у собственника автомобиля в рамках его эксплуатации.

Для более полного использования ресурса деталей и уменьшения расхода запасных частей номенклатуру узлов и агрегатов, хранимых на предприятиях утилизации для реализации клиентам, необходимо расширять с учетом ограничений, которые могут быть наложены на сферу ремонта автомобилей путем ограничения использования бывших в употреблении элементов [4, 5]. Учитывая высокую стоимость комплектных агрегатов, реализуемых в рамках комплектной стратегии ремонтного резервирования, в номенклатуру следует включать мелкие конструктивные элементы, а в отдельных случаях и быстро изнашивающиеся детали для реализации поддетальной стратегии ремонтного резервирования [6]. Наличие фонда расширенной номенклатуры позво-

ляет уменьшить время ожидания запасных частей клиентами, при одновременном более полном удовлетворении их потребностей.

Сущность комплектной стратегии агрегатно-узловой метода ремонта и устранения отказов автомобилей заключается в том, что по конкретной марке автомобиля определяют номенклатурный состав (перечень) сменных агрегатов и узлов, каждый из которых имеет собственный оптимальный межремонтный ресурс. Сменным узлом или агрегатом следует назвать легко заменяемый на автомобиле конструктивно автономный элемент (агрегат, узел, деталь), позволяющий наиболее полно использовать ресурсы его деталей.

При выявлении отказа в процессе эксплуатации собственник автомобиля самостоятельно или с помощью специалиста-консультанта определяет по внешним признакам отказавший (неработоспособный) узел. В более сложных случаях для установления места и причины отказа используют методы и средства диагностики. В процессе демонтажа неработоспособного узла собственник будет формировать запрос на приобретение искомого узла с условием минимальной цены. При таком условии главным источником сменных узлов будут не предприятия, занимающиеся реализацией новых (оригинальных и не оригинальных) агрегатов и узлов, а частные предложения от физических лиц или организаций, аккумулирующих фонды сменяемых агрегатов и узлов, исправных и имеющих приемлемый остаточный ресурс, образующихся при утилизации автомобилей.

Снятый с автомобиля неработоспособный агрегат или узел необходимо заменить годным, приобретенным из фонда предприятия утилизации при этом демонтированный агрегат может быть передан в рамках взаимозачета для последующей утилизации с разделением на составные материалы в условиях предприятия утилизации.

В зависимости от конструкции автомобиля, характера и вида отказа, уровень комплектности сменного узла может колебаться в широких пределах – от одной детали до агрегата.

В зависимости от конструкции, стоимости, величины и места расположения на автомобиле работоспособность сменного агрегата и узла может быть восстановлена устранением отказа

(без восстановления ресурса) или ремонтом (с восстановлением межремонтного ресурса).

Методика формирования номенклатуры сменных агрегатов и узлов должна базироваться на следующих принципах: учет размера и конструктивного исполнения сменного агрегата; учет ресурса деталей и сопряжений, объединенных в сменном узле.

Размер и конструктивное исполнение сменного агрегата или узла должны быть такими, чтобы время, затрачиваемое на его замену (снятие и установка), было минимальным [7]. Желательно чтобы сменный агрегат был конструктивно законченным, автономным элементом, легко отделяемым от автомобиля и не требующим сложных регулировочных и доводочных работ при его установке.

Например, при потере герметичности клапанов, износе клапанных втулок или трещине головки наиболее рентабельным сменным узлом будет головка блока в сборе. При отказе деталей цилиндропоршневой группы или кривошипно-шатунного механизма рентабельным сменным агрегатом будет двигатель в сборе.

Ресурсы деталей и сопряжений, объединенных в сменном агрегате или узле, должны быть по возможности близки или кратны друг другу. Этот фактор способствует более полному использованию ресурса основных деталей и сопряжений.

При выполнении текущего ремонта с реализацией поддетальной стратегии ремонтного резервирования можно полнее использовать ресурсы деталей и сопряжений и добиться минимального расхода запасных частей. Однако при этом может сократиться наработка автомобиля на отказ, что даже при наличии широкого выбора запасных частей приведет к увеличению суммарного времени простоя машины клиента предприятия, а само предприятие будет расходовать больше ресурсов на поддетальное хранение. Поэтому в процессе ремонта агрегата или узла необходимо не только заменять неисправную деталь, но и оценивать состояние смежных деталей и сопряжений, заменяя их в случае недостаточной величины остаточного ресурса. В этой ситуации наиболее благоприятным является такие сменные агрегаты и узлы, которые имеют близкие по величине ресурсы, формирующие комплект, и позволяющие достичь высоких показателей надежности в процессе последующей эксплуатации сменного узла.

Номенклатура хранимых агрегатов и узлов определяет оснащение предприятия утилизации автомобилей с перераспределением площади от зон дезагрегации автомобилей в пользу зон хранения демонтированных агрегатов и узлов, а сочетание этих зон должно приносить предприятию максимальную прибыль с учетом выручки от реализации извлеченных материалов или от комплектов агрегатов и узлов.

Уменьшения продолжительности простоя автомобилей во время ремонта и устранения эксплуатационных отказов можно достигнуть созданием и использованием собственником автомобиля обменного фонда узлов и агрегатов. Однако, для собственника автомобиля такой подход можно считать нерациональным из-за необходимости сковывать свободные финансовые средства в приобретенных узлах и агрегатах без четкой гарантии перспектив их использования. Подобный подход остается неоправданным даже если предположить, что стоимость приобретенных агрегатов сейчас будет существенно меньше, чем их стоимость в перспективе. Следовательно, спрос на обменные агрегаты и узлы должен быть обеспечен другим способом, а учитывая, что парк автомобилей в нашей стране отягощен автомобилями с большим сроком службы и эксплуатируются они до достижения предельного состояния [8, 9], таким решением могут стать фонды вторичных узлов и агрегатов предприятий утилизации автомобилей, поскольку собственники будут отдавать предпочтение агрегатам дешевым с приемлемым остаточным ресурсом, а не новым, даже несмотря на то, что они имеют максимальный ресурс [10].

Изменяя номенклатуру сменных агрегатов и узлов по каждой модели автомобиля, тем самым влияя на их технико-экономические характеристики и на удовлетворенность собственников автомобилей, можно определить оптимальный состав сменных агрегатов и узлов, который с учетом затрат на создание и поддержание фонда вторичных агрегатов и узлов обеспечит наименьшую удельную стоимость технического обслуживания и ремонта для собственников автомобилей и наибольшую прибыль для предприятия утилизации автомобилей. В общем виде это условие выглядит для собственника автомобиля:

$$\bar{C}_{\text{УТОР}} = \bar{t}_{\text{ПР}} \bar{C}_{\text{ПР}} + \sum_1^n \frac{\bar{C}_{\text{Рi}} + \bar{C}_{\text{ТОi}} + \bar{C}_{\text{ОФi}}}{\bar{T}_{\text{Пi}}} \rightarrow \min \quad (1)$$

где $\bar{C}_{\text{утор}}$ – средняя удельная стоимость технического обслуживания и ремонта автомобиля, руб./км; $\bar{C}_{\text{пр}}$ – средняя стоимость одного часа простоя автомобиля, руб.; $\bar{t}_{\text{пр}}$ – среднее время простоя автомобиля по техническим причинам за его полный ресурс, руб.; $\bar{C}_{\text{рi}}$ – средняя суммарная стоимость ремонта агрегатов и узлов, руб.; $\bar{C}_{\text{тоi}}$ – средняя суммарная стоимость технического обслуживания автомобиля, руб.; $\bar{C}_{\text{офи}}$ – средняя суммарная стоимость создания и поддержания обменного фонда агрегатов и узлов за полный ресурс, руб.; $\bar{T}_{\text{пi}}$ – средний полный ресурс автомобиля, км.; n – количество сменных агрегатов и узлов на автомобиле.

Как видно из выражения, определение оптимальной номенклатуры агрегатов и узлов по каждой модели автомобиля связано с большим объемом вычислительных работ при недостаточной точности исходных данных, особенно применительно к собственнику автомобиля. Однако в каждом конкретном случае решение этой задачи упрощается посредством учета таких факторов как размер и конструктивное исполнение сменного агрегата, а также учета ресурса деталей и сопряжений, объединенных в сменном узле.

На основе разработанной номенклатуры вторичных агрегатов и узлов рассчитывают размер фондов как для условий хранения у собственника автомобиля, что на практике не реализуется, так и для условий предприятий, где образуется фонд. При агрегатно-узловых заменах в рамках устранения отказов силами собственника автомобиля основное назначение фонда – уменьшить простои автомобилей по техническим причинам до оптимальной величины, при которой удельная стоимость их ремонта и технического обслуживания с учетом создания и содержания обменного фонда станет наименьшей. Применительно к автомобилю (1) примет вид:

$$\bar{C}_{\text{утор}} = \sum_1^n C_{\text{ски}} \rightarrow \min \quad (2)$$

где n – количество сменных агрегатов и узлов на автомобиле; $C_{\text{ски}}$ – удельная стоимость ремонта и устранения отказов агрегатов и узлов при агрегатно-узловом методе (руб/км).

7. Формирование рынка вторичных запасных частей / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин, Ю. А. Лесконог, А. А. Ивлев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». 2015. № 3 (67). С. 33-39.
8. Рейтинги регионов по количеству новых и подержанных автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zr.ru/content/news/915493-rejtingi-regionov-po-kolichestvu>.
9. Структура парка выбывших из эксплуатации автомобилей. Перспективы изменения и использования. Г. Е. Митягин, Е. А. Авдеев, М. К. Бисенов, А. А. Лиходед // Международный технико-экономический журнал. 2012. № 5. С. 119-124.
10. Создание фонда вторичных запасных частей / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин, Ю. А. Лесконог, А. А. Ивлев // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 102-104.
11. Митягин Г. Е., Дидманидзе О. Н. Основные принципы многоуровневого подхода к решению задач ресурсосбережения при утилизации автомобилей // Мир транспорта и технологических машин. 2018. № 3. С. 119-128.

REFERENCES

1. Mitiagin G. E. Methods of creating a database of car recycling technologies. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 4, pp. 63-72.
2. Old age is not a joy. Available at: <http://zr.ru/content/news/926626-starost-ne-radost>.
3. Butov A. M. The market for new passenger cars. 2020. Moscow, Tsentr razvitiia NIU VShE, 2020. 89 s. Available at: www.docviewer.yandex.ru/view/1130000031141624.
4. Spare parts want to take control. Why car service stations can lose up to 80% of revenue due to amendments to the technical regulations] – Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4424405?query=zapret%20ispol'zovaniia%20vosstanovlennykh%20zapchastei>.
5. There will be more technical inspections. Why Russia wants to tighten the rules for car repair and tuning. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4558548?query=zapret%20ispol'zovaniia%20vosstanovlennykh%20zapchastei>.
6. Pavlov A. P. et al. Theory of the potential of operability and repair redundancy of reliability of aging technical systems. M, MADI, 2013, 104 p.
7. Aldoshin N. V., Lylin N. A., Leskonog Iu. A., Ivlev A. A. Formation of the secondary spare parts market. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniia vysshego professional'nogo obrazovaniia*

«*Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V. P. Goriachkina*», 2015, no. 3 (67), pp. 33-39.

8. Ratings of regions by the number of new and supported cars. Available at: <http://zr.ru/content/news/915493-rejtingi-regionov-po-kolichestvu>.

9. Mitiagin G. E., Avdeev E. A., Bisenov M. K., Likhoded A. A. The structure of the fleet of retired cars. Prospects for change and use. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2012, no. 5, pp. 119-124.

10. Aldoshin N. V., Lylin N. A., Leskonog Iu. A., Ivlev A. A. Creation of a secondary spare parts fund. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK*, 2015, vol. 29, no. 11, pp. 102-104.

11. Mitiagin G. E., Didmanidze O. N. The basic principles of a multi-level approach to solving the problems of resource saving in the disposal of cars. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2018, no. 3, pp. 119-128.

Об авторе:

Митягин Григорий Евгеньевич, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, mityagin.msau-at@list.ru.

About the author:

Grigorii E. Mitiagin, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, mityagin.msau-at@list.ru.