

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра технологии материалов
и реновации машин**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

Б1.В.02 Ресурсосберегающие технологии технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических машин

По направлению подготовки магистров
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность программы

Дорожно-строительные машины и оборудование

Квалификация (степень) выпускника

магистр

Уфа - 2023

УДК 378.144:621.7:629

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии факультета механики и цифрового инжиниринга 23 марта 2023 г. (протокол № 7/1)

Составитель: доцент Галиуллин И.З.

Рецензент: доцент кафедры прикладной механики и компьютерного инжиниринга Ахмаров Р.Г.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой “Технология материалов и реновация машин”, доцент Фаюршин А.Ф.

г.Уфа, БГАУ, Кафедра технологии материалов и реновации машин

ВВЕДЕНИЕ

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и получение студентами практических навыков в самостоятельном решении прикладных вопросов ресурсосбережения при проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей (ТОР).

Необходимый уровень ресурсосбережения при проведении ТОР автомобилей характеризуется системой организационно-технических и конструктивно-технологических показателей, среди которых особо выделяются: экономия топливно-смазочных материалов, экономия электроэнергии, экономия металла и материалов, сокращение трудоемкости и затрат, улучшение здоровья работников, улучшение защиты окружающей среды, сохранение природных ресурсов и в конечном счете увеличение прибыли предприятий. Проблема повышения значений данных показателей на практических занятиях по дисциплине представлена в виде поэтапного решения задач.

1 Оценка уровня ресурсосбережения от организационно-технических мероприятий в ТОР

Таблица 1 Показатели организационно-технических мероприятий при различных вариантах

Наименование	Вар.1	Вар.2	Вар.3
Парк эксплуатируемых двигателей, A , шт	500	550	600
Применяемость деталей на одном двигателе, N , шт с	1,1	1,1	1,2
Срок службы двигателя, T сл, год	8	8	10
Ресурс нового коленчатого вала, $t_{\partial 1}$, год	2	2,5	3
Ресурс восстановленного коленчатого вала, $t_{\partial 2}$, год	1,8	2,3	2,8
Цена нового коленчатого вала, C_1 , руб	26,3	28	30
Ликвидационная стоимость детали, L , руб	1,29	1,30	1,30
Затраты на сборку-разборку двигателя при замене детали, $S_{рем}$, руб	21,3	21,3	23
Количество восстановлений одной детали, $n_в$	3	3	4

Удельные кап. вложения производственной базы восстановления деталей, K_{y2} , руб/шт	18,6	20,6	21,3
Себестоимость восстановления детали, C_2 , руб	7,1	8	9
Коэффициент оборачиваемости расходов восстанавливаемых деталей, $K_{об}$	1,2	1,2	1,3
Коэффициент амортизации на реновацию при $T_{сл} = 8$ и $E_n = 0,12$, K_p	0,09	0,09	0,09

1.1 Задание

Определить эффективность организации производства по восстановлению коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания автомобиля

1.2 Указания по выполнению

В данном разделе рассмотрены мероприятия, влияющие на надежность и на затраты при ТО и Р машин. К их числу относят мероприятия по повышению культуры ТО и Р машин и соблюдению правил эксплуатации, повышению качества ТО и Р, применению модернизации в процессе ремонта, применению восстанавливающей и упрочняющей технологии для быстроизнашивающихся и базовых деталей внедрению технического диагностирования, применению системы ремонта, позволяющей лучше использовать технические ресурсы деталей и узлов.

В задаче сравниваются два варианта: первый — восстановление деталей не производится, каждая износившаяся деталь сдается в металлолом и заменяется новой, второй вариант - износившиеся детали подвергаются восстановлению, резко сокращается потребность в запасных частях, однако требуется создание специализированного производства по восстановлению деталей, организация сбора и учета износившихся деталей, их транспортирование к месту восстановления. При этом затрагиваются и вопросы надежности машин, так как используемые в конструкции восстановленные детали отличаются от новых меньшим ресурсом, средней наработкой на отказ и другими показателями.

При первом варианте среднегодовая потребность в новых деталях (запасных частях):

$$B_1 = \frac{AN}{T_{cl}} \left(\frac{T_{cl}}{t_{cl}} - 1 \right), \quad (1.1)$$

где: A – парк эксплуатируемых машин, шт.;

N – количество деталей данного наименования в машине, шт.;

t_{cl} – ресурс новой детали, год;

T_{cl} – срок службы машины, год.

Среднегодовые затраты на приобретение новых деталей их установку взамен износившихся

$$I_1 = B_1(C_1 - L) + S_{рем}, \quad (1.2)$$

где: C_1 – цена новой детали, руб.;

L – ликвидационная стоимость детали по цене металлолома, руб.;

$S_{рем}$ – затраты на разборочно-сборочные работы при замене изношенной детали новой, руб.

При первом варианте единовременные затраты не учитываются, так как все расходы по производству и доставке новых деталей учтены в их цене, поэтому суммарные затраты за срок службы машины

$$S_{t1} = \frac{I_1}{K_p + E_n}, \quad (1.3)$$

где $E_n = 0,12$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

При втором варианте среднегодовая потребность в новых деталях

$$B_2' = \frac{AN}{T_{cl}} \left[\frac{T_{cl} - t_{d1}}{t_{d1} + n_6 t_{d2}} \right], \quad (1.4)$$

где n_6 —количество восстановлений, выдерживаемых одной деталью, шт; $t_{\partial 2}$ ресурс восстановленной детали, год.

Среднегодовая потребность в восстанавливаемых деталях

$$B_2'' = \frac{AN}{T_{cl}} \left[\frac{n_6(T_{cl} - t_{\partial 1})}{t_{\partial 1} + n_6 t_{\partial 2}} \right], (1.5)$$

В частном случае, когда восстанавливаемых деталей хватает на весь срок службы машины или когда n_6 не ограничено, $B_2' = 0$.

$$B_2'' = \frac{AN}{T_{cl}} \left[\frac{T_{cl} - t_{\partial 1}}{t_{\partial 2}} \right], (1.6)$$

Единовременные затраты или капитальные вложения на организацию производства по восстановлению деталей

$$S_{n2} = K_{y2} B_2'', (1.7)$$

где K_{y2} —удельные капитальные вложения на одну деталь годового выпуска, руб.

Среднегодовые текущие эксплуатационные затраты при втором варианте

$$I_2 = B_2' \left[(C_1 - L) + S_{pem} \right] + B_2'' \left(C_2 K_{об} - \frac{L}{n_6} + S_{pem} \right), (1.8)$$

где C_2 —себестоимость восстановления детали, руб.; $K_{об}$ —коэффициент, учитывающий расходы на оборачиваемость деталей при восстановлении.

Суммарные затраты при втором варианте

$$S_{i2} = S_{n2} + \frac{I_2}{K_p + E_n}, (1.9)$$

Технология восстановления деталей эксплуатируемых машин может подвергаться дальнейшему совершенствованию, и это также отражается на ресурсосбережении. При этом встает задача определения экономической эффективности от внедрения новой технологии восстановления. В данном случае расчетный период

также включает год, когда внедряется новая технология (расчетный год) и последующий срок службы машины.

2 Определение экономической эффективности за срок службы автомобиля, получаемый в результате внедрения новой технологии и материала для изготовления некоторых узлов и агрегатов

Таблица 2 Показатели производства по изготовлению бегунов при различных технологиях

Наименование	Старая технология		Новая технология	
	Вар.1	Вар.2	Вар.1	Вар.2
Количество эксплуатируемых бегунов, N , шт	12	14	15	16
Срок службы бегунов, $T_{сл}$, год	10	10	10	10
Коэффициент реновации, K_p	0,06	0,06	0,06	0,06
Ресурс рабочей поверхности ножей бегунов, t_{pn} , ч	220	230	450	460
Количество восстановлений, выдерживаемых одной деталью, n_v	40	42	40	42
Ликвидационная стоимость детали по цене лома, L , тыс.руб	0,41	0,42	0,41	0,42
Цена детали, C_d , тыс.руб	4,5	4,8	2	2,1
Стоимость пластины из сплава ВК на деталь, $S_{м1}$, тыс.руб	0,9	1,0	-	-
Стоимость металлокерамического порошка на одну деталь, $S_{м2}$, тыс.руб	-	-	0,5	0,51
Расход кислорода на одну деталь, P_k , м ³	0,3	0,31	0,1	0,12
Цена кислорода за 1 м ³ C_k , руб	60	60	60	60
Расход ацетилена на одну деталь, P_A , м ³	0,3	0,31	-	-
Цена ацетилена за 1 м ³ C_A , руб	59	59	-	-

Расход пропана на одну деталь, $P_n, м^3$	-	-	0,3	0,3
Цена пропана за 1 $м^3$ $C_n, руб$	-	-	31	31
Расход электроэнергии, на одну деталь, $P_э$	1,13	1,13	-	-
Цена электроэнергии за кВт-ч, $C_э, руб$	0,58	0,58	0,58	0,58
Заработная плата рабочих, занятых восстановлением, на одну деталь, $З, руб$	71	73	15	18
Единовременные затраты *, $S_n, тыс руб$	49,01	49,50	10,24	10,59

* единовременные затраты включают стоимость оборудования.

Ножи бегунов работают в три смены и полезный фонд времени их работы за год равен 5775 ч. Старая технология заключается в наплавке на восстанавливаемую деталь пластин из твердого сплава марки ВК. Новая технология предусматривает газопорошковую наплавку на износившуюся поверхность ножа. Внедрение новой технологии увеличивает ресурс ножей примерно в 2 раза и освобождает предприятие от необходимости приобретения дорогостоящего твердосплавного материала.

2.1 Задание

Определить сравнительный экономический эффект от внедрения нового технологического процесса восстановления сменных ножей у смесеприготовительных бегунов, применяемых в литейном цехе.

2.2 Указания по выполнению

Ресурс детали

$$t_o = t_{pn}(n_e + 1), (2.1)$$

Количество новых деталей, приобретаемых за срок службы бегунов

$$N_n = \frac{F_{on}}{T_{cl}t_o}, (2.2)$$

где $F_{on}=4331$ ч – годовой фонд оперативного времени, при коэффициенте загрузки бегунов 0,75

Затраты, связанные с приобретением новых деталей, в среднем за год

$$S_{nn} = \frac{N_n(\Pi_d - \Pi)}{T_{cl}}, \quad (2.3)$$

Среднее число деталей, подвергающихся восстановлению за год

$$N_{\epsilon} = \frac{F_{on}}{t_{pn}} - \frac{N_n}{T_{cl}}, \quad (2.4)$$

Затраты необходимые на восстановление одной детали

$$S_{вос} = S_m + P_k \Pi_k + P_a \Pi_a + P_{\epsilon} \Pi_{\epsilon} + 3, \quad (2.4)$$

Среднегодовые эксплуатационные затраты на все эксплуатируемые бегуны включают затраты на приобретение ножей взамен выработавших полностью свой ресурс и затраты на восстановление

$$И = (S_{nn} + S_{вос} N_{\epsilon}) N, \quad (2.5)$$

Суммарные затраты за расчетный период

$$S_m = S_n + \frac{И}{K_p + E_n}, \quad (2.6)$$

Сравнительный экономический эффект

$$\mathcal{E}_c = S_{m1} - S_{m2}, \quad (2.7)$$

Наиболее эффективным путем поддержания, а в некоторых случаях и повышения послеремонтного уровня надежности эксплуатируемых машин является сочетание их капитального ремонта с модернизацией, предполагающей совершенствование конструкции отдельных узлов и деталей. Это увеличивает ресурс усовершенствованных узлов и деталей и, как следствие, снижает объем работ на техническое обслуживание и ремонт и в конечном счете улучшает показатели ресурсосбережения.

3 Определение экономического эффекта от применения новой конструкции ведущего моста с одноступенчатой гипоидной главной передачей на грузовых автомобилях взамен моста с двухступенчатой главной передачей

В результате проведения организационно-технических мероприятий повышаются показатели надежности отдельных деталей и узлов и ресурсосбережения. Особенности расчета экономического эффекта в этом случае определя-

ются характером последствий, вызываемых отказом рассматриваемой детали или узла. По этому признаку все детали и узлы можно подразделить на три группы: 1) детали и узлы, отказ которых приводит к предельному состоянию машины, вызывающему необходимость либо ее списания, либо проведения капитального ремонта (станина станка, кузов легкового, автомобиля, рама конвейера, двигатель транспортного средства и т. д.); 2) детали или узлы, редко отказывающие и дорогостоящие, замена которых производится только по необходимости (ненагруженные валы и шестерни постоянного зацепления, долговечные кронштейны, рычаги, шины и т. д.); 3) детали или узлы, имеющие небольшой ресурс, заменяемые при отказе во время эксплуатации, а также в ходе соответствующих ремонтов (быстро изнашивающиеся ремни, манжеты, поршни и гильзы цилиндров, цепи, уплотнители гидросистем и т. д.).

Перечень деталей первой группы оговаривается в соответствии с действующими критериями предельного состояния машин того или иного назначения и класса. Повышение технического ресурса деталей и узлов первой группы может вызвать следующие экономические последствия: 1) удлинение срока службы машины, если данные детали или узлы лимитируют этот срок службы; 2) удлинение срока службы до первого капитального ремонта и ремонтных циклов агрегатов, это приводит к тому, что число капитальных ремонтов агрегатов за срок службы машины сокращается; 3) кроме уменьшения числа капитальных ремонтов может иметь место уменьшение трудоемкости одного ремонта, если улучшается ремонтпригодность детали или узла.

Методы расчета годовых затрат I_1 и I_2 при эксплуатации деталей (узлов) разных групп имеют свои особенности.

Затраты при эксплуатации деталей (узлов) первой группы: включают в основном среднегодовые затраты на капитальный ремонт агрегата, в который входят эти детали и узлы; второй группы-среднегодовые затраты на ремонты, при которых производится замена этих деталей (узлов) новыми или восстановленными; третьей группы-среднегодовые затраты на текущие ремонты и регламентирован-

ные обслуживания, при которых производится замена этих деталей (узлов) новыми.

Рассмотрим примеры расчета экономического эффекта от проведения организационно-технических мероприятий по повышению надежности машин.

Таблица 3 Показатели различных конструкций ведущего моста

Наименование	Старый ведущий мост		Новый ведущий мост	
	Вар.1	Вар.2	Вар.1	Вар.2
Срок службы, $T_{сл}, год$	3	2,5	10	7,5
Ресурс, $t_{рн}, тыс. км$	200	180	600	540
Вместимость картера, V_k	4,5	4	10	9,5
Себестоимость изготовления, $C, тыс. руб$	20,8	19	36	37

Новая конструкция ведущего моста имеет ряд преимуществ. В ней исключен промежуточный вал, изменено число регулируемых подшипников, усилены отдельные детали, внесены другие усовершенствования. Все это повысило срок службы заднего ведущего моста почти в 3 раза.

Годовой выпуск автомобилей данной модели $N = 10\,000$ шт

Рентабельность изготовления $P = 15\%$

Коэффициент реновации $K_p = 0,063$.

3.1 Задание

Определение экономического эффекта от применения новой конструкции ведущего моста с одноступенчатой гипоидной главной передачей на грузовых автомобилях взамен моста с двухступенчатой главной передачей

3.2 Указания по выполнению

С учетом вместимости картера ведущего моста с двухступенчатой и гипоидной главной передачей стоимость заправки на год

$$S_{запр} = VЦ, (3.1)$$

где: $Ц$ – цена 1л трансмиссионного и гипоидного масла соответственно, руб.

Годовые затраты на проведение проверки крепления цилиндрической шестерни и затяжки крышек подшипников дифференциала ведущего моста с двухступенчатой главной передачей

$$S_{обс} = nT_p C_m, (3.2)$$

где: n – количество данного вида работ в год. Проверка крепления цилиндрической шестерни и затяжки крышек подшипников дифференциала ведущего моста с двухступенчатой главной передачей в соответствии с инструкцией по эксплуатации должна проводиться через 20 тыс. км, т. е. 3 раза в год;

T_p – трудоемкость работ по замене редуктора, $T_p = 1,96$ нормо-ч;

C_m – тарифная ставка, соответствующего разряда. Разряд работ – IV. $C_m = 53$ руб.

При установке ведущего моста с гипоидной главной передачей данная операция отменяется. Сопутствующие капитальные вложения при эксплуатации остаются неизменными.

Цена ведущего моста

$$Ц = C(I + P), (3.3)$$

Срок службы нового ведущего моста практически

совпадает со сроком службы автомобиля, поэтому за время эксплуатации автомобиля нет расходов на замену ведущих мостов. Старый ведущий мост за срок службы автомобиля заменяется как минимум два раза, т. е. расходы на запасные части составляют

$$S_{зн} = Цn, (3.4)$$

Годовые эксплуатационные затраты

$$И = S_{запр} + S_{обс} + \frac{S_{зн}}{T_{сл}}, (3.5)$$

Сравнительный экономический эффект

$$\mathcal{E}_c = (C_1 - C_2) + \frac{И_1 - И_2}{K_p + E_n}, (3.6)$$

Эффект, с учетом годового выпуска автомобилей данной модели

$$\mathfrak{Z} = \mathfrak{Z}_c N, (3.7)$$

4 Определение эффекта за срок службы автомобиля, получаемый в результате внедрения новой технологии и материала для изготовления гильз блока цилиндров

Таблица 4 Показатели гильз блока цилиндров при различных технологиях изготовления

Наименование	Старая технология		Новая технология	
	Вар.1	Вар.2	Вар.1	Вар.2
Средний пробег автомобиля между заменами гильз, L_{cp} , тыс.км	77	80	110	120
Себестоимость изготовления одной гильзы, C , тыс.руб	0,36	0,4	0,2	0,23
Зарплата на замену комплекта гильз, Z , тыс.руб	0,6	0,63	0,6	0,63

По старой технологии гильзы изготавливались комбинированными, по новой — монолитными. Годовой выпуск автомобилей 200 тыс. шт. Гильзы предназначены для четырехцилиндрового двигателя($n = 4$), устанавливаемого на автомобиль, имеющий средний годовой пробег $L_2 = 40$ тыс. км и срок службы 8 лет.

4.1 Задание

Определить суммарный эффект за срок службы автомобиля, получаемый в результате внедрения новой технологии и материала для изготовления гильз блока цилиндров.

4.2 Указания по выполнению

Средний ресурс гильзы до первой замены в годах

$$t_{\text{замены}} = \frac{L_{cp}}{L_2}, (4.1)$$

Средняя наработка на отказ гильзы

$$T_o = 0,78 t_{\text{замены}} - 0,3 (t_{\text{замены}} K_{yp})^2, (4.2)$$

где K_{yp} — коэффициент, учитывающий уменьшение ресурса детали после первой замены $K_{yp}=0,8$.

Число гильз, расходуемых за год на один автомобиль

$$N_z = \frac{4(T_{cl} - T_o)}{T_{cl} + K_{yp} t_{замены}}, (4.3)$$

Годовые эксплуатационные затраты

$$И = \frac{3 + C}{N_z}, (4.4)$$

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_c = \left((C_1 - C_2) + \frac{И_1 - И_2}{K_p + E_n} \right) Nn, (4.4)$$

5 Оценка надежности одной из моделей автомобиля.

Таблица 5 Показатели автомобиля при различных вариантах

Наименование	Вар1	Вар2	Вар3	Вар4
Срок службы автомобиля, T_{cl} , лет	7	8	9	10
Балансовая стоимость авт новой модели, $Цф$, тыс.руб	990	960	950	1000
Расходы на ТО и Р, R , тыс.руб	3280	3450	3320	3500
Факт. наработка авт, $Lф$, тыс.км пробега	350	360	300	380
Стоимость части гаража, $Фзд$, тыс.руб	45	48	47	49
Затраты на ГСМ за год, $C_{гсм}$ тыс.руб *	3550	3200	3300	3400
Часовая наработка автомобиля, $Lн$, км	20	25	26	24

* Расходы на ГСМ для принятых условий эксплуатации, автомобиля технически исправного состояния составляют

$$C_{гсм.а} = 8 \text{ тыс.руб/ тыс.км пробега}$$

1 Коэффициент годовой суммы косвенных расходов установлен как доля от балансовой стоимости автомобиля $Kн=0,5$.

2 Коэффициент фондоемкости ремонтных работ, т.е стоимость производственных фондов ремонтной службы предприятия, приходящаяся на единицу объема ремонтных работ, $B= 1,29$.

3 Число часов работы автомобиля в сутки при двухсменном режиме работы с учетом простоев, не связанных с техническим состоянием автомобиля, $t=14$ ч. Число рабочих дней в году $D=255$

4 Базовая модель автомобиля характеризуется следующими показателями:
 $R=5000$ тыс.руб, $C_{гсм} = 3600$ тыс.руб, $A=280$ тыс.руб, $Цб=850$ тыс.руб

5.1 Задание

Оценить надежность новой модели автомобиля в сравнении с базовой

5.2 Указания по выполнению

Наработка абсолютно надежной машины за срок службы, La , тыс.км:

$$La = Ln \ t \ D \ T_{сл}, (5.1)$$

Приращение себестоимости, вызываемое проведением ремонтов и технического обслуживания, составляет,

$C_{рто}$, тыс.руб/тыс.км

$$\Delta C_{рто} = R / L\phi, (5.2)$$

Приращение удельных затрат на ГСМ $\Delta C_{гсм}$, тыс.руб/тыс.км

$$\Delta C_{гсм} = C_{гсм} / L\phi - C_{гсм.а}$$

Приращение удельных амортизационных отчислений на полное восстановление $\Delta C_{ам}$, тыс.руб/тыс.км

$$\Delta C_{ам} = T_{сл} \ A \left(\frac{1}{L\phi} - \frac{1}{La} \right), (5.3)$$

где A - годовая сумма амортизации, тыс.руб, определяемая с учетом нормы амортизационных отчислений $K_{на}=0,12$

Годовая сумма косвенных расходов, приходящихся на автомобиль $C_{кос}$, тыс.руб

$$C_{кос} = K_n \ Цф, (5.4)$$

Приращение удельных косвенных расходов $\Delta C_{кр}$, тыс.руб/тыс.км

$$\Delta C_{кр} = T_{сл} \ C_{кос} \left(\frac{1}{L\phi} - \frac{1}{La} \right), (5.5)$$

Полное приращение себестоимости единицы наработки машины составит ΔC , тыс.руб/тыс.км

$$\Delta C = \Delta C_{рто} + \Delta C_{зсм} + \Delta C_{ам} + \Delta C_{кр}, (5.6)$$

Среднегодовая наработка реальной и абсолютно надежной машины определяется $l\phi$, la , тыс.км

$$l\phi = L\phi / T_{сл}, (5.7)$$

$$la = La / T_{сл}, (5.8)$$

Среднегодовые затраты на ремонт и техническое обслуживание автомобиля, тыс.руб/год

$$r = R / T_{сл}, (5.9)$$

Годовая стоимость производственных фондов ремонтной службы, Φ_r тыс.руб, приходящуюся на данную машину определяется,

$$\Phi_r = B r, (5.10)$$

Приращение производственных фондов на единицу наработки $\Delta\Phi$, тыс.руб/тыс.км

$$\Delta\Phi = \frac{Ц\phi + \Phi_{зд} + \Phi_r}{l\phi} - \frac{Ц\phi + \Phi_{зд}}{la}, (5.11)$$

Обобщающий показатель надежности анализируемой модели автомобиля в виде приращения суммарных затрат от ненадежности составит

$$H_n = \Delta C + E_n \Delta\Phi, (5.12)$$

Аналогично определяется приращение удельных суммарных затрат от ненадежности для базовой модели автомобиля.

Уровень надежности данной модели автомобиля сравнительно с базовой определяется

$$U_n = H_b / H_n, (5.13)$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. - М.: Наука, 2004. - 535 с.
2. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. / Российская автотранспортная энциклопедия. Т.3. – М.: Просвещение. – 456 с.