

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Зиновий Ружило¹, Сергей Кюрчев², Леонид Роговский¹, Валентина Мельник¹

¹*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Украина, г. Киев, ул. Героев Оборона, 15*

²*Таврический государственный агротехнологический университет
Украина, г. Мелитополь, пр. Богдана Хмельницкого, 18*

Zynoviy Ruzhylo¹, Sergey Kyurchev², Leonid Rogovskiy¹, Valentyna Melnyk¹

¹*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Heroiv Oborony Str. 15, Kiev, Ukraine*

²*Tavrichesky Agrotechnological State University
Avenue Bohdan Khmelnytsky, 18, Melitopol, Ukraine*

Аннотация. Анализируются виды износа, возникающие при эксплуатации автотранспортных средств. Рассматривается зависимость степени износа от пробега автомобиля.

Ключевые слова: износ, пробег, зависимость.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Постоянное увеличение автомобильного парка Украины выдвигает повышение требований к уровню развития и организации ремонтно-сервисного обслуживания как к самостоятельной сфере деловой активности. Число автомобилей частного пользования настолько возросло, что существующая сеть автосервисных и авторемонтных предприятий работает с перегрузкой. При исследовании изнашивания машин в реальных условиях эксплуатации выделяются два главных направления: установление качественных и количественных закономерностей. В

результате качественного анализа изношенных поверхностей деталей определяются причины низкой сопротивляемости изнашиванию и намечаются пути повышения износостойкости.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для всесторонних исследований качественных закономерностей изнашивания на основании вероятностно-статистического метода подбираются те детали, интенсивность отказов которых была наибольшей. Так как детали отказывают по различным причинам, то в целях отбора деталей для исследований с наиболее типичными дефектами определяют вероятность повторения каждого дефекта. С учетом этих соображений систематизируют виды износа и поломок деталей по каждой машине, устанавливают вероятность повторения каждого вида дефекта [1-20].

Таблица 1. Классификация видов износа деталей машин и их повторяемость

Table 1. Classification of mechanical wear and repeatability

Вид износа и разрушения		Вероятность повторения, %
1	Смятие и абразивный износ зубьев и шлицев соединительных муфт	14,8
2	Усталостное разрушение поверхностного слоя и абразивный износ зубьев шестерен	15,8
3	Отколы и абразивный износ зубьев шестерен	20,1
4	Абразивный износ деталей	38,8
5	Контактное схватывание деталей	10,5
6	Коррозия некоторых деталей в сочетании с различными видами износа и разрушениями поверхностного слоя	3,5x10

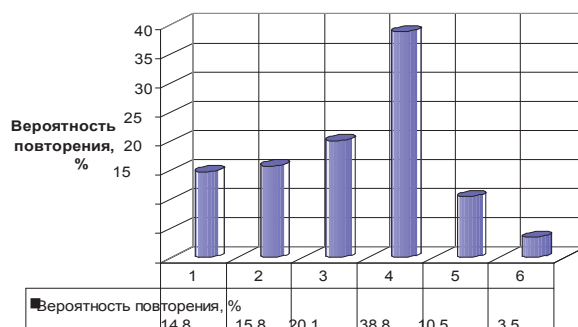


Рис. 1. – Диаграмма вероятности возникновения видов износа и разрушения деталей машин
Fig. 1. – Diagram of the probability of failure modes and failure of parts of machinery

Для обобщения видов износа деталей, которые возникают в эксплуатации машин, изготовленных на различных заводах, устанавливаются характерные дефекты, присущие машинам различного назначения. Очень часто на одной детали и даже на одной и той же поверхности трения наблюдается несколько видов износа и разрушения, приведенные в таблице 1. На рисунке 1 приведен график повторяемости видов износа.

Абразивный износ превалирует над всеми остальными: около 40% деталей имеют чисто абразивный износ и 50% абразивный износ в сочетании с другими видами износа и разрушений поверхностного слоя.

На рисунке 2 показан первичный вал коробки перемены передач с характерными износами исполнительных поверхностей.



Рис. 2. – Первичный вал коробки перемены передач автомобиля

Fig. 2. – Input shaft gearboxes car

Исследования показали, что значительное количество деталей автомобилей заменяется в эксплуатации по причине износа.

При обработке статистических данных по отказам деталей автомобилей установлено следующее их распределение: износ 53,4%; разрушение (трещины, поломка, обрыв части детали) 18,9%; деформация

(растяжение, скручивание, изгиб) 10,4%; другие виды дефектов 17,3%.

Анализируя дефекты деталей, возникающие при эксплуатации, следует иметь в виду, что каждая отдельная деталь подвержена различной нагрузке, виду деформаций и условиям смазки.

Разновидности износа и разрушений деталей и причины их возникновения в процессе эксплуатации можно систематизировать следующим образом:

1. Смятие поверхностного слоя возникает на поверхностях деталей, обладающих низким пределом текучести и недостаточным сопротивлением пластическим деформациям. Обычно этот дефект присущ деталям, имеющим низкую твердость.

2. Усталостное разрушение поверхностного слоя возникает на рабочих поверхностях деталей в условиях циклических контактных напряжений и характеризуется появлением микротрещин, расположенных под углом около 30° к рабочей поверхности, образованием трещин и выкрашиванием поверхностного слоя. Усталостное разрушение поверхностного слоя наблюдается часто у зубьев шестерен, на рабочих поверхностях обойм шариковых и роликовых подшипников и др.

3. Хрупкое разрушение поверхностного слоя имеет место у деталей, прошедших термическую или химико-термическую обработку. Обычно разрушение поверхностного слоя начинается с образования трещины и дальнейшего выкрашивания поверхностного слоя при отсутствии предварительной или сопровождающей пластической деформации.

4. Абразивный износ является основным видом износа и характеризуется систематическим съемом металла твердыми частицами в процессе взаимодействия двух трущихся

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

поверхностей.

5. Контактное схватывание наблюдается в деталях, работающих без смазки при высоких удельных нагрузках, с низким пределом текучести тончайших поверхностных слоев.

6. Коррозионное разрушение поверхностного слоя возникает в результате химического воздействия окружающей среды.

7. Усталостное разрушение детали возникает при действии циклических напряжений и характеризуется двумя зонами:

– зона с мелкозернистым строением (постепенное усталостное разрушение);

– зона с крупнозернистым строением (мгновенное разрушение).

8. Хрупкое разрушение детали характеризуется отсутствием заметных следов предшествующей пластической деформации. Оно развивается при появлении трещины, обусловленной действием рабочих напряжений, превышающих предел прочности. Поверхность излома имеет кристаллическое строение. Хрупкое разрушение возникает у деталей, изготовленных из материалов с относительно малой пластичностью, подвергавшихся термической и химикотермической обработке.

9. Вязкое разрушение детали характеризуется предварительной пластической деформацией и волокнистым строением излома. Разрушение происходит при величине рабочих напряжений, превышающих предел прочности материала, и имеет место у деталей, изготовленных из пластичного материала, который не подвергался термической и химико-термической обработке.

В настоящее время измерителем процесса эксплуатации автомобиля служит пробег.

В других машинах таким измерителем является время работы агрегатов.

Однако эти измерители не учитывают условий работы машины.

В этом отношении более достоверными измерителями являются такие, которые отражают энергетические затраты, например, количество израсходованного топлива, выполненных работ и др.

Однако, с точки зрения оценки ресурса агрегатов, эти измерители недостаточно достоверны.

Наиболее целесообразным измерителем

процесса эксплуатации автомобиля, да и других машин, является выполненная работа [2].

Для грузового автомобиля выполненная работа A , с учетом тягового баланса является функцией многих переменных:

$$A = f(l, G, \gamma, \beta, \psi, V), \quad (1)$$

где l – пробег; G – масса автотранспортного средства; γ , β , ψ – коэффициенты использования соответственно грузоподъемности (с учетом прицепов), пробега и сопротивления движению; V – скорость.

Величина износа S деталей агрегатов также является функцией многих переменных:

$$S = f(l, G, \gamma, \beta, \psi, V, Ka, t, КП), \quad (2)$$

где Ka – запыленность воздуха; t – фактор теплового режима; $КП$ – фактор переменности режимов работы агрегатов.

Сравнив эти функции (1) и (2) видим, что износ является функцией работы и других факторов, то есть:

$$S = f(A, Ka, t, КП). \quad (3)$$

Для грузового автомобиля, у которого составляющая тягового баланса, связанная с сопротивлением воздуха незначительна, работа A на пробеге l составит:

$$A = (GH + q\gamma\beta)\psi gl, \quad (4)$$

где GH – масса не груженого автомобиля; q – грузоподъемность; g – ускорение силы тяжести.

В данном случае интенсивность изнашивания будет удельной (мкм/МН км), то есть величина износа, отнесенная к работе трения.

Здесь, как и при измерении интенсивности изнашивания в мкм/тыс. км, производится лишь оценка интенсивности изнашивания, которая является безразмерной величиной.

Удельная интенсивность изнашивания имеет фактическую размерность, обратную силе трения. Для наиболее распространенных динамически нагруженных сопряжений уравнения для интенсивности изнашивания α и износа S :

$$\alpha = \alpha_0 e^{bl}, \quad (5)$$

$$S = S_0 e^{bl}, \quad (6)$$

где: α_0 и S_0 – соответственно интенсив-

ность изнашивания и износ в конце приработки; b – изменение интенсивности изнашивания на единицу износа; l – пробег.

Как показано на рисунке 2, некоторые виды износа исполнительных поверхностей первичного вала являются восстанавливаемыми.

Одним из способов, наиболее перспективным по затратам и качеству является плазменная наплавка (рисунок 3 и 4).

Однако возникает вопрос о сроке службы восстановленной поверхности.

На основании выше приведенных зависимостей в таблице 2 приведен расчет износа восстановленной поверхности.



Рис. 3. – Схема плазменной наплавки
Fig. 3. – Diagram of the plasma deposition

На основании проведенных расчетов построим зависимость величины износа от пробега автомобиля, представленную на рисунке 5.

Сравним наработку на отказ нового и восстановленного первичного вала коробки перемены передач модели КамАЗ.

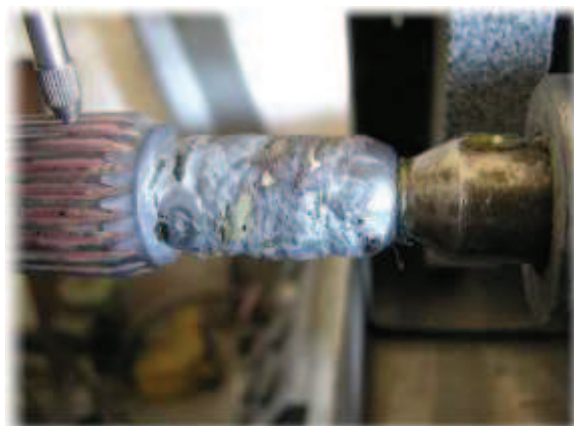


Рис. 4. – Наплавленная шейка подшипника первичного вала
Fig. 4. – Weld neck bearing of a primary shaft

Для каждого отдельного варианта рассмотрим одинаковое количество N_0 наблюдаемых деталей.

Зафиксируем наработки, при которых произойдут отказы деталей, и сведем полученные данные в таблицы.

Исходные данные по минимальной t_{\min} и максимальной t_{\max} наработкам используем для определения диапазона наработок, внутри которого имели место отказы [3].

Графическое представление определения среднего времени наработки на отказ приведено на рисунке 6.

Таблица 2. Расчет величины износа восстановленной поверхности первичного вала от пробега автомобиля

Table 2. Calculation of reduced amount of wear surface of primary shaft of car run

L, тыс.км	S_0 , мм	b, мм	S, мм
0	0,01	0	0,01
10	0,01	0,01	0,011
20	0,01	0,016	0,013
30	0,01	0,032	0,026
40	0,01	0,048	0,068
50	0,01	0,048	0,11
60	0,01	0,064	0,465
70	0,01	0,08	2,704

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

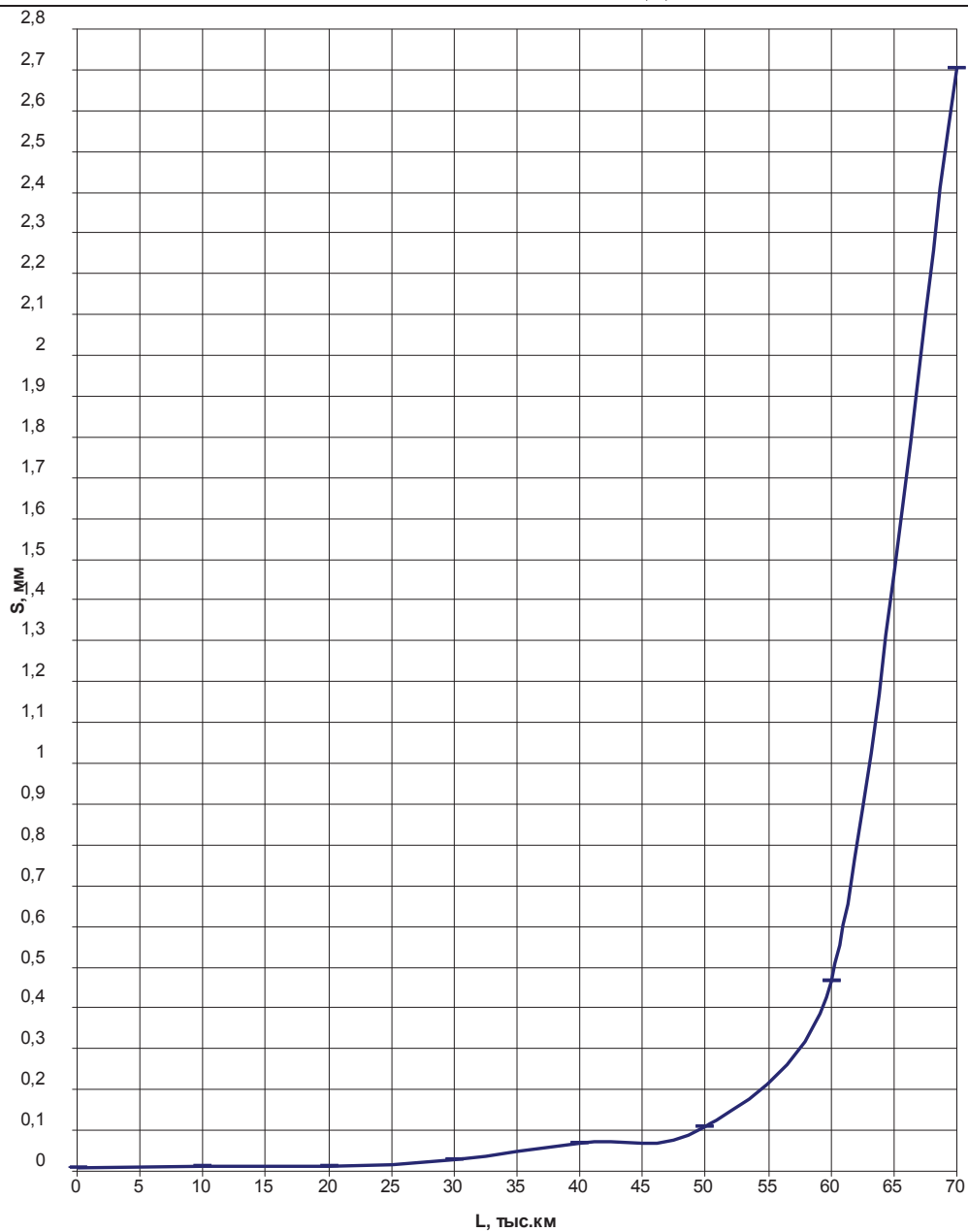


Рис. 5. – Зависимость величины износа от пробега автомобиля
Fig. 5. – Relationship between amount of wear on mileage of car

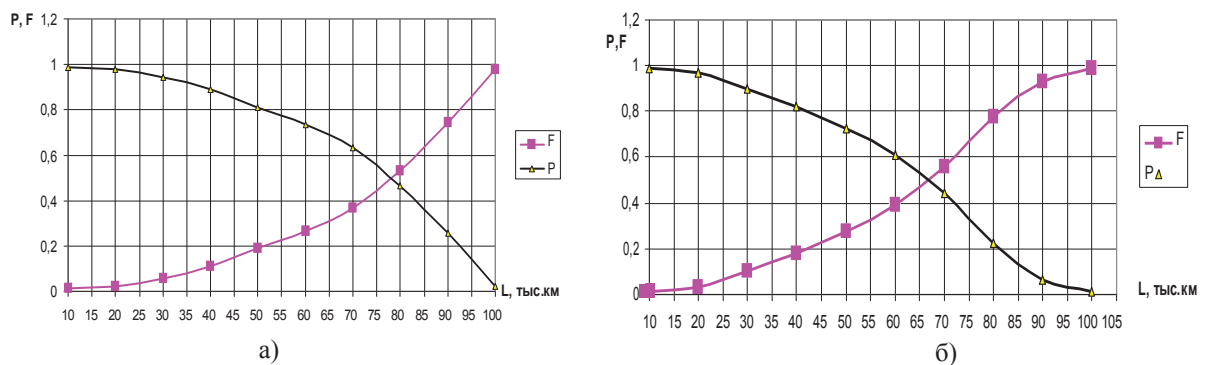


Рис. 6. – Определение среднего времени наработки на отказ: а – нового первичного вала коробки перемены передач; б – восстановленного первичного вала
Fig. 6. – Determination of mean time between failure

ВЫВОД

На основании проведенных исследований делаем вывод о том, что восстановленные детали автомобильных агрегатов в среднем на 11 тыс. км пробега меньше служат, чем новые. Но учитывая фактор износа самого агрегата, это делает целесообразным восстановление его деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Szeptycki A. 2003: Prognoza wyposazenia polskiego rolnictwa w ciągniki, kombajny i samochody / A. Szeptycki, Z. Wójcicki // Motrol. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – Т. 5. – Lublin. – 184 - 191.
2. Shkarivskiy G. 2007: Prospects of agregating self-propelled chassis // G. Shkarivskiy, S. Pogorilyy // Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. – Т. 9А. – Lublin. – 194 - 201.
3. Tipovaya 1976: Tipovaya metodika optimizatsii odnomernogo parametricheskogo (tiporazmernogo) ryada / Nauch. rukovodit. Tkachenko V.V. – М.: Izd-vo standartov, – 64.
4. Trepenenkov I.I. 1963: Ekspluatatsionnyye pokazateli sel'skokhozyaystvennykh traktorov / I.I. Trepenenkov. – М.: Metallurgizdat. – 271.
5. Fogel A.A. 1991: Tiporazmernyy ryad moshchnykh promyshlennykh traktorov / A.A. Fogel, V.S. Zakharov // Traktory i sel'skokhozyaystvennyy mashiny, № 3. – 9-11.
6. Ksenevich I.P. 1990: Ratsionalnyy tiporazmernyy ryad perspektivnykh sel'skokhozyaystvennykh traktorov / I.P. Ksenevich, M.I. Lyasko, V.N. Minizon, A.P. Parfenov // Traktory i sel'skokhozyaystvennyy mashiny, № 11. – 4-7.
7. Antyshev N.M. 1993: Prognoz potrebnosti i neobkhodimost struktury traktornogo parka / N.M. Antyshev // Traktory i sel'skokhozyaystvennyy mashiny, № 8. – 1-6.
8. Samsonov V.A. 1998: Obosnovaniye tiporazmernogo ryada traktorov s adaptiruyemyy parametrami / V.A. Samsonov, A.A. Zangiyev // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. № 4. – 24-28.
9. Zangiyev A.A. 1999: Obosnovaniye parametrov Semeystvo mobilnykh energeticheskoy platezhi odnogo tyagovogo klassa / A.A. Zangiyev, N.I. Bychkov // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. – № 3. – 3-5.
10. Rossiyskiy 2004: Rossiyskiy traktor: realnost i perspektivy. Po materialam press-sluzhby OAO «Agromashkholding» // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. № 5. – 2-9.
11. Butova P. 2001: Klassifikatsiya energosredstv po tekhniko-ekonomicheskogo parametrov / P. Butova, P. Nazarov, A. Zatsarinnyy // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. № 7. – 6-8.
12. Shkarivskiy G.V. 2005: Obruntovannyya rivniv potuzhnosti dviguniv mobilnykh yenergetichnykh zasobiv / G.V. Shkarivskiy, S.P. Pozhidaev // Naukovo-teoretichnyy zhurnal Ukrainskoi akademii agrarnykh nauk “Visnik agrarnoi nauki”. – №9. – 48-51.
13. Shkarivskiy G.V. 2006: Obruntovannyya rivniv potuzhnosti dviguniv mobilnykh yenergetichnykh zasobiv sil'skogospodarskogo priznachennyya isnuyuchykh tyagovykh klasiv / G.V. Shkarivskiy // Mizhvidomchy tematichnyy naukoviy zbirnik “Mekhanizatsiya ta yelektrifikatsiya sil'skogo gospodarstva”. Vipusk 90. – Glevakha, NNTs “IMESG”. – 98-107.
14. Shkarivskiy G.V. 2010: Obruntovannyya pereliku golovnykh parametrov tiporazmernogo ryadu mobilnykh yenergetichnykh zasobiv / G.V. Shkarivskiy // Visnik Kharkivskogo natsionalnogo tekhnichnogo universitetu sil'skogo gospodarstva im. Petra Vasilenka. – Kharkiv: FOP Chernyak V.E. – Vip. 93. – Т.1. – 302-309.
15. GOST: GOST 27021-86 (ST SEV628-85). Traktory sel'skokhozyaystvennyye i lesokhozyaystvennyye. Tyagovyye klassy.
16. Maslo I.P. 1991: Vdoskonalennyya yekspluatatsii mashinno-traktornogo parku / I.P. Maslo, M.I. Gritsishin, M.F. Tereshchuk ta in. – К.: Urozhay. – 176.
17. Fere N.E. 1971: Posobiye po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka / N.E. Fere i dr. – М.: Kolos. – 254.
18. Makovetskiy O.A. 1991: Mekhanizatsiya proizvodstva sakharnoy svekly / O.A. Makovetskiy, V.V. Brey, L.V. Pogorelyy, V.P. Leshinskiy: Pod red. L.V. Pogorelogo. – 2-e izd. pererab. i dop. – К.: Urozhay. – 184.
19. Beylis V.M. Yermolayeva N.A., Kulikova N.A. 1988: Normativnaya prodolzhitel'nost mekhanizirovannykh polevykh sel'skokhozyaystvennykh rabot / V.M. Beylis, N.A. Yermolayeva, N.A. Kulikova i dr. – М.: VIM. – 12.
20. Shkarivskiy G.V. 2004: Doslidzhennyya

vplivu zagalnoi konstruktsii MEZ na pokazniki universalnosti pri stvorenni mashinno-traktornikh agregativ / G.V. Shkarivskiy // Mizhvidomchiy tematichnyy naukoviy zbirnik "Mekhanizatsiya ta yelektrifikatsiya silskogo gospodarstva". Vipusk 88. – Glevakha, NNTs "IMESG". – 70-77.

21. Shkarivskiy G.V. 2004: Doslidzhennya pokaznikov universalnosti traktoriv, zaynyatikh u vikonanni osnovnikh tekhnologichnikh protsesiv / G.V. Shkarivskiy, S.P. Pogoriliy, A.S. Kokhno // Mizhvidomchiy tematichnyy naukoviy zbirnik "Mekhanizatsiya ta yelektrifikatsiya silskogo gospodarstva". Vipusk 88. – Glevakha, NNTs "IMESG". – 78-85.

22. Tekhnologichni 2004: Tekhnologichni karti ta vitrati na viroshchuvannya silskogospodarskikh kultur / za red. P.T. Sabluka, D.I. Mazorenka, G.E. Maznyeva. – Kharkiv: KhNTUSG. – 307.

DETERMINATION OF PARTS RECOVERY RESOURCES MOTOR VEHICLES

Summary. Analyzes the types of wear self-arising in operation of motor vehicles. We consider dependence of degree of wear on mileage of vehicle.

Key words: wear, mileage, dependence.