

*Зулпиев С.М., Асамидинов Ф.М., Холиков А.П.*

**МУФТА МЕНЕН СЕРПИЛГИЧ ЭЛЕМЕНТТЕРДИ ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА ТҮЗҮҮ**

*Зулпиев С.М., Асамидинов Ф.М., Холиков А.П.*

**РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ШАРНИРНО-РЫЧАЖНОЙ МУФТЫ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

*S.M. Zulpiyev, F.M. Asamidinov, A.P. Kholikov*

**DEVELOPMENT AND CREATION TOGGLE COUPLINGS WITH ELASTIC ELEMENTS**

УДК: 629.113

*В данной работе рассматриваются разработка и создание новых конструкций шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами, обеспечивающих повышение кинематических и эксплуатационных характеристик привода транспортных средств. Приведены результаты экспериментальные исследования созданной муфты.*

**Ключевые слова:** карданный механизм, шарнирная муфта, структура, кинематика, динамика, упругий элемент, крутящий момент, колебания, кинематические пары, шарнир, машинный агрегат, надежность.

*This paper discusses the design and development of new designs of hinged-lever couplings with elastic elements that enhance the performance and kinematic drive vehicles. The results of experimental studies established the clutch.*

**Key words:** gimbal mechanism, the hinge coupling structure, kinematic, dynamic, elastic member, torque fluctuations kinematic pairs hinge assembly machine reliability.

В основных направлениях развития народных хозяйств государств Центральной Азии ведущее место занимает развитие машиностроения и связанных с ним отраслей промышленности. Решение проблем развития машиностроительного сектора является определяющим звеном всей стратегии перехода этих государств к рынку. При этом важную роль играют транспортные средства и связи. Моменты, мощности на большие расстояния передаются карданными валами. При этом в процессе работы этих валов происходит не соосность и перекося осей данных валов. Это приводит к преждевременному выходу из строя передачи. Кроме того, значительно уменьшается КПД передачи. Обычно, в этих передачах приводов транспортных средств применяют рычажные муфты, в частности «крестовины». Кинематические возможности существующих рычажных муфт ограничены. На современном этапе развития транспортных средств, технологических машин, основная тенденция основывается на увеличении мощности, скорости, при минимальных затратах и больших КПД.

Поэтому создание более эффективных конструкций рычажных муфт для карданных механизмов транспортных средств, обеспечивающих повышение кинематических и эксплуатационных характеристик привода - является важной проблемой.

Целью данной работы является разработать новую конструкцию шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами карданного механизма.

В транспортном и сельскохозяйственном машиностроении используются шарнирные муфты, известные как карданные механизмы. Несмотря на широкое применение шарнирных муфт, они имеют некоторые недостатки: ограниченные кинематические возможности; ограниченные скоростные режимы; повышенный износ кинематических пар; низкий коэффициент полезного действия; сложность изготовления; ограниченное значение угла между валами и т.д.

Поэтому исследования, направленные на создания шарнирно-рычажных муфт с улучшенными кинематическими и технологическими характеристиками, являются актуальными.

## **АНАЛИЗ РАБОТ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ШАРНИРНЫХ, КАРДАНЫХ МЕХАНИЗМОВ И МЕТОДОВ ИХ АНАЛИЗА**

### **Обзор работ шарнирно-карданных механизмов**

История развития карданных шарниров. Первые упоминания о шарнире датируются 4-м веком до нашей эры. Так Филон фон Бизанц описывает чернильницу находящуюся внутри нескольких концентрических, подвижно соединенных колец, позволяющих жидкости находиться всегда в строго горизонтальном положении. Эта конструкция впоследствии стала прообразом для создания в 1550 году корабельного компаса. Ее творцом считается итальянский врач, философ и математик Жеранимо Кардано. В 1664 году англичанин Роберт Гук, получил патент на крестовый шарнир, ставший впоследствии классическим. И только в 1898 году Луис Рено в своем первом, лично сконструированном автомобиле, установил вал с крестовыми шарнирами, названный Карданным или «Гуковым валом». Позднее вал разделили на две части, вставив третье колесо. В 1903 году Клеренс Спайсер дополнил и запатентовал конструкцию шлицевой втулки, позволяющей компенсировать линейное удлинение и добиться невиданных до того времени характеристик [1].

Изобретатели Карл Вейс (1923г.), Жан Альбер Грегуар (1925г.) и Альфред Рцеппа (1927г.) запатентовали синхронные шарниры, получившие впоследствии наименования Тракта, Бендикс-Вейс, Рцеппа. Более того, Ж. А. Грегуар и М. д'Оранж в 1932 году разработали теоретические основы таких сочленений. Таким образом, конструкторы полноприводных автомобилей получили целый арсенал синхронных шарниров в дополнение к известным уже в то время сдвоенным карданным шарнирам и их разновидностям с делительным шариком, впервые предложенным в 1931 году Гансом Юнгом [2].

Дальнейшее развитие идей А. Рцеппы представляют собой шарниры выпускаемые фирмами Льебро, Уникардан, Трипод, ГКН, ДАНА-Спайсер. Здесь удалось несколько упростить конструкцию известных синхронных шарниров.

Сегодня мы можем с уверенностью говорить, что право на жизнь в трансмиссии переднее приводных моделей автомобилей с независимой подвеской завоевали шарниры «Рцеппа» и производные от них, а на мощных тяжелых полноприводных автомобилях- кулачково-дисковые сочленения или сдвоенные карданы [3]. Следует отметить, что при эксплуатации транспортных систем в зависимости от условия их работы можно совершенствовать и модернизировать некоторые элементы, в том числе и карданные шарниры.

### Анализ конструктивных особенностей и схем синхронных карданных механизмов

Согласно источникам информации, которыми мы располагаем, в создании новой конструкции синхронных карданных механизмов работающих, например, под углом до  $60^0$  и более, по настоящее время не удалось найти оригинальных решений. Предпринятая нами попытка в определенной степени восполнить этот пробел (предложив новую конструкцию такого механизма), была следствием всестороннего анализа всех существующих конструкций и схем, нашедших применение в машиностроении и оставшихся не воплощенными в металле идеями. Общие принципы конструкции синхронных карданных механизмов были предсказаны еще в предвоенные годы академиком Е.А. Чудаковым, на основе разработанной им теории. Согласно этой теории, все известные синхронные механизмы [4] не смотря на множества разновидностей, как уже было отмечено, основаны на одном принципе. При этом исключение из описанного принципа, составляют сдвоенные одинарные асинхронные карданные механизмы (шарниры Гука) и карданы, снабженные устройствами, позволяющими делить угол наклона валов, биссекторной плоскостью. Таким образом, непременным условием конструкции всех синхронных карданных механизмов, является обеспечение деления угла наклона вала пополам упомянутой плоскостью. На этом принципе основаны все существующие механизмы, биссекторная плоскость которых проходит через точку пересечения осей валов. Относительно неё любая половина, например ведомая, должна быть зеркальным отражением другой ведущей половины. Важными являются конструктивные особенности карданных механизмов. Существуют шариковые карданы.

Анализа карданных механизмов показывает следующие их недостатки: ограниченность кинематических возможностей, ограниченность скоростных режимов; повышенный износ кинематических пар и низкая долговечность; ограниченность угла между валами, большое расхождение кинематических характеристик ведущего и ведомого валов; ограниченность применения в промышленности, особенно в транспортных и сельхозмашинах.

Для ликвидации указанных недостатков нами разработаны ряд новых конструкций карданных механизмов в виде шарнирно-рычажных муфт.

Наиболее совершенными является предложенными нами новой конструкции шарнирной муфты, которой увеличивает кинематические возможности и повышает надежности работы механизма. В данной конструкции амортизация сил реакции осуществляется за счет применения составных шарниров между серьгами и вилками, включающие упругие (резиновые) втулки между наружным цилиндром вилки и внутренней осью серьги. Кроме того ведущий и ведомый валы установлены на подшипниковых опорах, которые связаны с корпусом посредством овальных упругих втулок, причем большая ось овала установлена перпендикулярно плоскости основания корпуса. При этом обеспечивается сглаживание момента передаваемого муфтой.

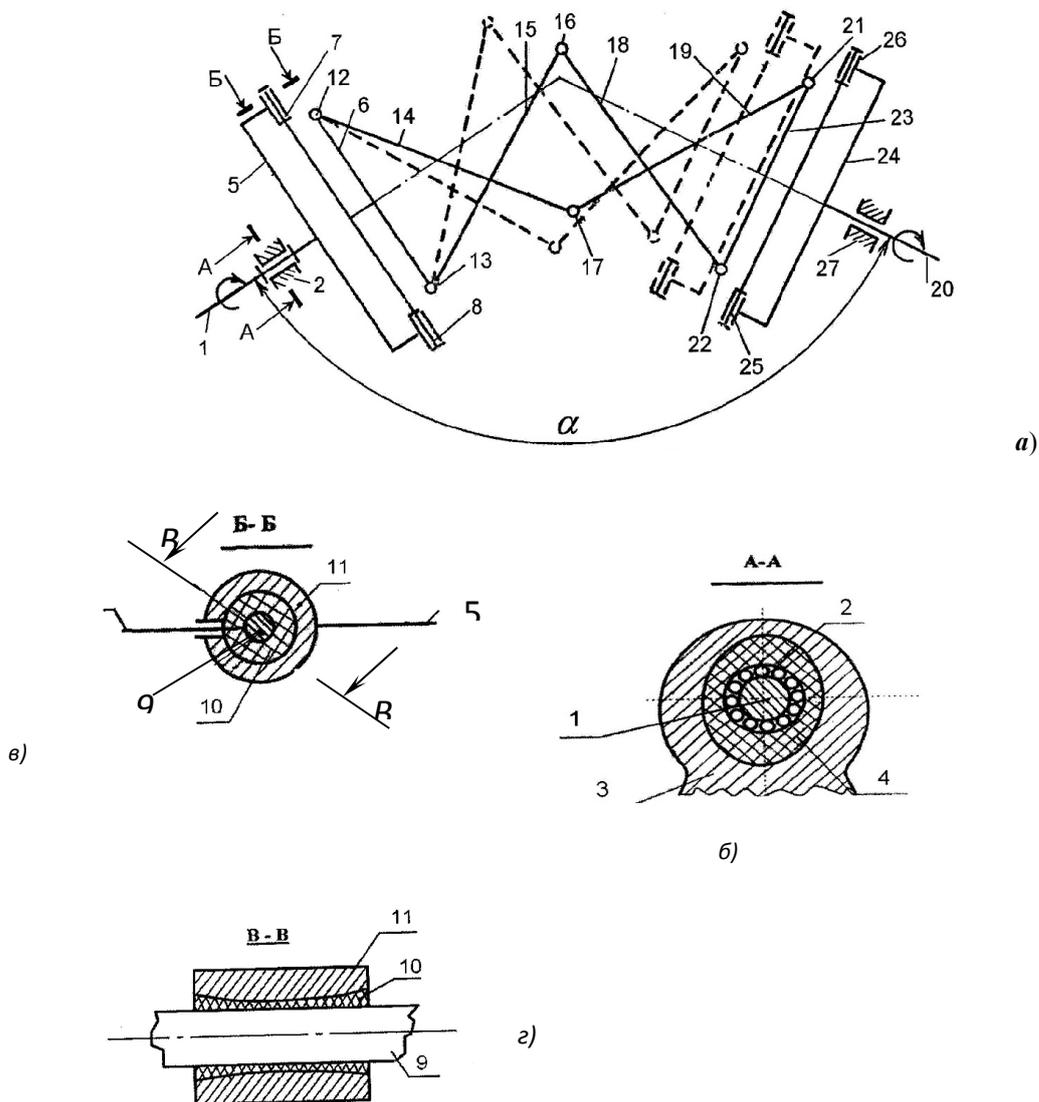
На чертеже показана кинематическая схема предлагаемой шарнирной муфты, где на рис. 1. *a* - общая схема шарнирной муфты, на рис. 1. *б* -сечение А-А и на рис. 1. *в* - сечение Б-Б, на рис. 1. *г* -сечение В-В.

Муфта содержит ведущую полумуфту, состоящий из ведущего вала 1, установленного на подшипнике 2, который связан с корпусом 3 через овальную резиновую втулку 4, причем большая ось овала 4 установлена перпендикулярно плоскости основания корпуса 3. Вал 1 жестко соединен с вилкой 5, который в свою очередь соединен с серьгой 6 посредством шарнира 7 и 8. Шарниры 7 и 8 выполнены составными, включающие ось 9 жестко соединенный с вилкой 5, надетый на ней резиновую втулку 10 и обхватывающий её с наружи цилиндр 11 жестко соединенный с серьгой 6. При этом наружная поверхность резиновой втулки 10 выполнена вогнутой. С серьгой 6 посредством цилиндрических шарниров 12,13 с двух сторон соединены скобообразные шатуны 14,15. Другие концы шатунов 14 и 15 соединены шарнирами 16 и 17 другой парой шатунов 18,19 ведомой полумуфты вала 20. Шатуны 18 и 19 другими концами соединены шарнирами 21,22 к серьге 23, которая соединена с вилкой 24 посредством шарниров 25,26. Шарниры 25 и 26 также выполнены составными и имеют одинаковые конструкции с шарнирами 7 и 8. Вилка 24 жестко соединена с ведомым валом 20, который

установлен на опоре 27 идентичной опоре 2 вала 1. Оси шарниров 12,13,16,17,21,22 расположены параллельно друг другу. Валы 1 и 20 установлены под некоторым углом  $\alpha$ .

При работе шарнирной муфты крутящий момент от ведущего вала 1 передаётся ведомому валу 20 посредством вилок 5 и 24 и далее через серьги 6 и 23, шатунов 14,15, 18,19.

В процессе работы угловая и осевая компенсация расположения вилок 5 и 24 достигается благодаря шарнирным соединениям 7,8, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 25, 26. Кроме того пиковые значения колебаний сил реакций в шарнирах и в подшипниковых опорах амортизируются, сглаживаются упругими элементами в составных шарнирах 7, 8 и 25, 26 а также в составных подшипниковых опорах 2,27 валов 1 и 20. Расширение кинематических возможностей шарнирной муфты достигается увеличением скоростных режимов за счет уменьшения пиковых составляющих передаваемого момента за счет применения составных упругих опор и составных упругих шарниров муфты. То - есть, скоростной режим повышается за счет увеличения надежности работы шарнирной муфты.



**Рис.1** Шарнирная муфта с упругими элементами.

*a)* - общая схема, *б)* - сечение опоры 2, *в)* - сечение шарнира 7 и *г)* - сечение осевого шарнира 7.

Общий вид разработанной конструкции шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами представлен на рис.2.

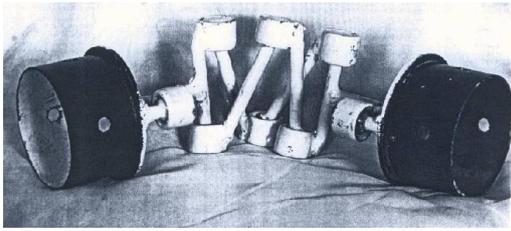


Рис. 2 Общий вид рекомендуемой шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами

Общая классификация шарнирных муфт приведена на рис. 3.

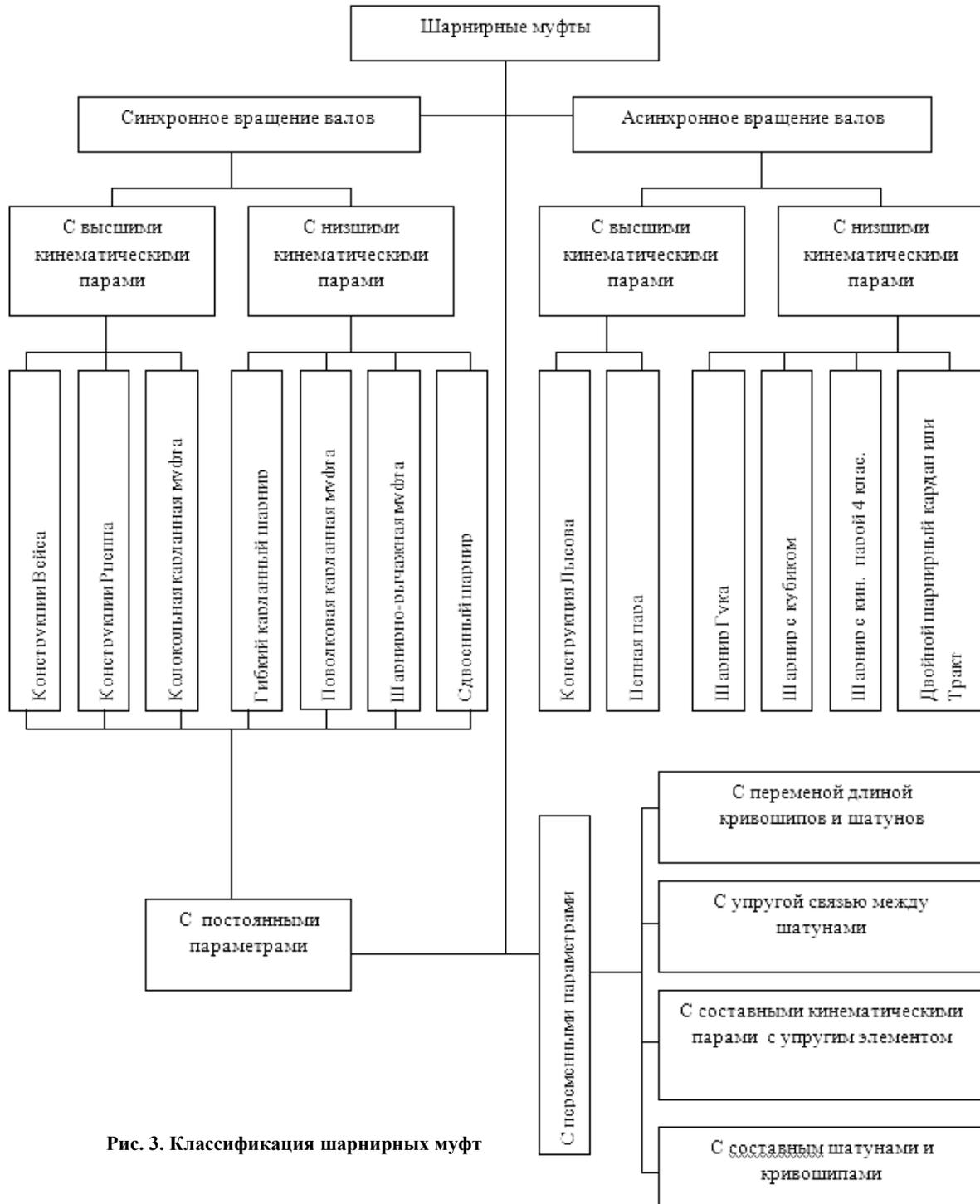


Рис. 3. Классификация шарнирных муфт

### Экспериментальные исследования шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами

Разработанная конструкция шарнирно-рычажной муфты рекомендуется для использования в карданном механизме автотранспортного средства типа КаВЗ -685. При этом колебания нагрузки и угловой скорости на ведомом валу карданного механизма будет снижена за счет упругих элементов шарнирно-рычажной муфты, тем самым увеличивается надежность работы привода и ДВС машины.

Основной задачей экспериментальных исследований является определение скоростных и нагрузочных характеристик ведущего и ведомого валов шарнирно-рычажной муфты в карданном механизме машины КаВЗ-685 при различных углах расхождения осей валов и технологической нагрузки на выходном валу. При этом целесообразным считается определение упруго-диссипативных свойств упругих элементов резиновых втулок на режимы работы механизма, тем самым обосновать рекомендуемую марку резины для шарнирно-рычажной муфты, которая должна обеспечивать снижение до необходимых значений колебаний крутящего момента и угловой скорости на ведущем валу муфты. Важными являются сопоставление результатов теоретических исследований с результатами проводимых экспериментов на машине КаВЗ-685. В процессе работы карданного механизма автотранспортной машины КаВЗ-685 резина работает в циклических нагружениях со случайными составляющими и в пыльной среде. Упругие втулки изготовлены на прессовом агрегате при температуре 135-145<sup>0</sup> С в течение 40 минут с постепенным увеличением нагрузки. Эксперименты проводились на автотранспортной машине в условиях базы автопарка АО «Кызыл-кыя» ПАТП. На рис. 4. представлен вид сбоку установленной конструкции шарнирно-рычажной муфты в карданном механизме автомашины марки КаВЗ-685. Для выделения конструкции муфты, ее рычаги покрашены в белую краску.



**Рис. 4.** Вид сбоку автомашины КаВЗ-685 с установленной в карданном механизме разработанной конструкции шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами.

#### Основные выводы

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

**Рецензент: к.тех.н., и.о. доцент Алсеитов М.Т.**

1. Разработаны структурная схема шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами, классификация шарнирных муфт в карданных механизмах с учетом конструктивных, геометрических и кинематических особенностей.

2. Проведен структурный анализ пространственных шарнирно-рычажных муфт с одной и двумя замкнутыми контурами. Разработана новая структурная формула для определения степени подвижности шарнирно-рычажной муфт с учетом избыточных связей.

3. Разработана математическая модель машинного агрегата с шарнирно-рычажной муфтой с учетом механической характеристики привода, переменности передаточной функции муфты, упруго-диссипативных свойств упругих элементов, характеристики технологической нагрузки транспортного средства типа КаВЗ-685. На основе решения задачи динамики машинного агрегата численным методом Mathcad получены законы изменения угловых скоростей, угловых ускорений и крутящих моментов при различных значениях технологической нагрузки, моментов инерции валов, угла их расхождения, характеристик упругих элементов.

4. Разработана конструкция и изготовлен экспериментальный образец шарнирно-рычажной муфты. Проведены экспериментальные исследования шарнирно-рычажной муфты при изменении угла расхождения осей валов, технологического сопротивления, при использовании различных типов упругих элементов (марок резины). Расхождение между теоретическими и экспериментальными исследованиями составляет 6,5÷8,5%. В качестве упругих элементов муфты рекомендуется использовать марку резины 7В-14МВС с жесткостью 820-87

5. Сравнительными испытаниями выявлено, что использование шарнирно-рычажной муфты с упругими элементами в карданном механизме трансмиссии автомобиля КаВЗ-685 обеспечивает по сравнению с существующей конструкцией уменьшение расхода топлива на 5,2...7,7%; увеличение коэффициента полезного действия на грунтовой дороге на 10...15%, а на асфальтовой на 8,0...12%; годовой экономический эффект по АО «Кызыл-Кыя» ПАТП составит 48 тыс. сом на одну машину.

#### Литература:

1. Малаховский Я.Э., Лапин А.А., Веденив Н.К. Карданные передачи. под. ред. проф. Липгарта А.А. М.-1962.
2. Артоболевский И.И., Теория механизмов и машин, «Наука», -1975 г.
3. Иванов С.Н., Соколов О.В. Карданные валы с трубами из композиционного материала, Ж.: автомобильная промышленность. №1, 1986г. 19-20 с.
4. Иванов С.Н., Лунев И.С., Есеновский Ю.К. Конструкции легких карданных валов и особенности их производства. – М.: автомобильная промышленность, 1982, №4, с. 14-16.