

September 2021

ANTI-CORROSION PROTECTION OF METAL PARTS OF TRANSPORTATION EQUIPMENT WITH A POLYMER COATING BASED ON EPOXIURETHANE

Aida BARKHANADJYAN

Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan, bal-37@mail.ru

Ravshan KHAKIMOV

Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan, hakimov-ravshan@mail.ru

Botir IBRAGIMOV

Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan, ibragimov.bd@mail.ru

Oybek VAFAYEV

Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, vafaev.oybek@mail.ru

Dmitriy AYRAPETOV

Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan, ayrapetov92@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

 Part of the [Other Chemical Engineering Commons](#)

Recommended Citation

BARKHANADJYAN, Aida; KHAKIMOV, Ravshan; IBRAGIMOV, Botir; VAFAYEV, Oybek; and AYRAPETOV, Dmitriy (2021) "ANTI-CORROSION PROTECTION OF METAL PARTS OF TRANSPORTATION EQUIPMENT WITH A POLYMER COATING BASED ON EPOXIURETHANE," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2021 : No. 3 , Article 8.

DOI: 10.51348/AMIW3430

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2021/iss3/8>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

ANTI-CORROSION PROTECTION OF METAL PARTS OF TRANSPORTATION EQUIPMENT WITH A POLYMER COATING BASED ON EPOXIURETHANE

Aida BARKHANADJYAN¹ (bal-37@mail.ru), Rovshan KHAKIMOV¹ (hakimov-ravshan@mail.ru), Botir IBRAGIMOV¹ (ibragimov.bd@mail.ru), Oybek VAFAYEV² (vafaev.oybek@mail.ru), Dmitriy AYRAPETOV¹ (ayrapetov92@mail.ru)

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan

Automotive vehicles are constantly exposed to corrosion processes, and the durability of metal parts depends on the intensity of corrosion. The loss of metals from corrosion is 8-10% of the initial metal mass. In total, losses from corrosion are 4-6% of national income in many countries. This indicates the need for research and the importance of scientific and technical work in this area. This can be achieved by developing a technology for producing anticorrosive compounds and applying them as protective coatings. The anticorrosive protection of a coating synthesized on the basis of local raw materials - epoxyurethane with an additive - was determined by the method of weight loss of metal plates in various aggressive media, impact strength, frost, heat resistance, adhesion and the degree of protection against corrosion. It was found that the synthesized anticorrosive coating possesses high chemical resistance in various environments, the loss of metal mass is insignificant. Full-scale tests were carried out on a MAN CLA 26.280 after its preliminary preparation. The results showed high strength - 75 sm, adhesion - 1 point, and the degree of corrosion resistance was 98.9%. The observation carried out in the operating mode of the car with a run of more than 8 thousand km, and no changes in coating were observed.

Keywords: corrosion resistance, impact strength, frost resistance, heat resistance, adhesion

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИУРЕТАНА

Aida БАРХАНАДЖЯН¹ (bal-37@mail.ru), Ровшан Хакимов¹ (hakimov-ravshan@mail.ru), Ботир ИБРАГИМОВ¹ (ibragimov.bd@mail.ru), Ойбек ВАФАЕВ² (vafaev.oybek@mail.ru), Дмитрий АЙРАПЕТОВ¹ (ayrapetov92@mail.ru)

¹Ташкентский Государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

²Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии, Ташкент, Узбекистан

Автомобильная техника постоянно подвергается процессам коррозии и при этом долговечность металлических деталей зависит от интенсивности коррозии. Потери металлов от коррозии составляют 8-10% первоначальной массы металла. Суммарно во многих странах потери от коррозии составляют 4-6% национального дохода. Это указывает на необходимость выполнения исследований и значимость научно-технических работ в этой области. Это может быть достигнуто разработкой антикоррозионных составов и нанесение их в качестве защитных покрытий. Антикоррозионную защиту синтезированного на основе местного сырья покрытия – эпоксиуретан с добавкой, определяли методом потери массы металлических пластин в различных агрессивных средах – прочность на удар, морозостойкость, термостойкость, адгезию и степень защиты от коррозии. Установлено, что синтезированное антикоррозионное покрытие обладает высокой химстойкостью в различных средах, потери массы металла не существенны. Проведены натурные испытания на автомобиле MAN CLA 26280 после его предварительной подготовки. Результаты показали высокую прочность - 75 см, адгезию - 1 балл и степень коррозионной стойкости 98,9%. Наблюдение проводили в рабочем режиме автомобиля, при пробеге его более 8 тыс. км. изменений покрытия не наблюдали.

Ключевые слова: коррозионная стойкость, прочность на удар, морозостойкость, термостойкость, адгезия

EPOKSIURETAN ASOSIDA POLIMER QOPLAMASI BILAN TRANSPORT VOSITALARNING METALL QISMLARINI KORROZIYAGA QARSHI HIMOYA GILISH

Aida BARKHANADJYAN¹ (bal-37@mail.ru), Rovshan XAKIMOV¹ (hakimov-ravshan@mail.ru), Botir IBRAGIMOV¹ (ibragimov.bd@mail.ru), Oybek VAFAYEV² (vafaev.oybek@mail.ru), Dmitriy AYRAPETOV¹ (ayrapetov92@mail.ru)

¹Toshkent Davlat Transport Universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O'zbekiston

Avtomobil texnikasi doimiy ravishda korroziya jarayonlariga duch keladi va metall qismlarning xizmat muddati korroziyaning shiddatiga bog'liq. Korroziyadan metallarni yo'qotish dastlabki metall massasining 8-10% ni tashkil qiladi. Umuman olganda, ko'plab mamlakatlarda korroziyadan yo'qotishlar milliy daromadning 4-6 foizini tashkil qiladi. Shuning uchun ushbu sohadagi ilmiy-texnik izlanishlar juda muhim hisoblanadi. Bunga antikorroziyon qopmalar ishlab olish texnologiyasini ishlab chiqish va ularni himoya qoplama sifatida qo'llash orqali erishish mumkin. Mahalliy xom ashyo asosida sintez qilingan qoplamaning antikorroziyon himoyasi - qo'shimchali epoksiuretan - har xil tajovuzkor muhida metall plitalarning vaznini yo'qotish usuli bilan aniqlandi - zarba kuchi, sovuq, issiqlikka chidamliligi, yopishqoqligi va korroziyaga qarshi himoya darajasi. Sintez qilingan antikorroziyon qoplama har xil muhida yuqori kimyoviy qarshilikka ega ekanligi, metall massasining yo'qotilishi ahamiyatsiz ekanligi aniqlandi. MAN CLA 26280 rusumli avtomobilda dastlabki tayyorgarlikdan so'ng to'liq ko'lamli sinovlar o'tkazildi. Natijalar yuqori mustahkamlik - 75 sm, adgeziya - 1 ball va korroziyaga chidamlilik darajasi 98,9%ni ko'rsatdi. Kuzatuv 8 ming km dan ortiq masofani bosib o'tgan avtomobilning ish rejimida amalga oshirildi. Qoplamada o'zgarishlar kuzatilmadi.

Kalit so'zlar: korroziyaga chidamliligi, zarba kuchi, sovuqqa chidamliligi, issiqlikka chidamliligi, yopishqoqligi

DOI: 10.51348/AMIW3430

Введение

Современная техника и условия ее эксплуатации требуют применения конструкционных материалов, обладающих надежностью и долговечностью, необходимыми физико-химическими свойствами.

Повышение надежности, срока службы всей техники может быть достигнуто разработкой антикоррозионных составов и нанесения их в качестве защитных покрытий.

Автомобильная техника постоянно подвергается электрохимической, химической и

другим видам коррозии. Долговечность металлических деталей автомобиля зависит, прежде всего, от коррозионных процессов.

По статистическим данным безвозвратно потери металлов от коррозии составляют 8-10% от первоначальной массы металла. Суммарно в большинстве стран потери от коррозии составляют 4-6% национального дохода. Все это указывает на необходимость борьбы с коррозией металлов и значимость научно-технических работ в данной области.

Из анализа литературных источников сле-

дует, что антикоррозионной защите металлов посвящены работы многих известных ученых [1-9]. В работе Скадыня А.И. изучена коррозия кузова, днища, нижней части дверей, и разработано антикоррозионное покрытие для защиты скрытых полостей кузова [10]. Авторами работ предложен целый ряд методов защиты металлов от коррозии [2, 11], барьерная защита [2, 3], гальванизация [11-14], катодная защита [15-17], но эти методы требуют специального дорогого оборудования, приборов, энергозатрат и не столь эффективны на транспорте для антикоррозионной защиты [7, 8, 18-21].

Полимерные покрытия наиболее доступны, обеспечивают несложный метод нанесения и меньше энергозатрат.

На основе местного и вторичного сырья синтезировано антикоррозионное покрытие на основе эпоксиуретана [22].

Целью настоящей работы является определение антикоррозионных свойств полимерного материала на основе эпоксиуретана.

Методы исследования

Качество синтезированного антикоррозионного покрытия было испытано на адгезию по ГОСТ 15140-78 методом решетчатых или параллельных надрезов, при этом фиксируется число отслоившихся квадратов. Оценка адгезии производится по пятибалльной системе.

Определение прочности пленки на удар ГОСТ 4765-80 проводили на приборах У-1 или У-1А. Этот показатель оценивается для исходных покрытий и покрытий после эксплуатации.

Укрывистость определяли по ГОСТ 8784-75 визуально с применением черно-белой шахматной доски. По укрывистости судят о расходе краски, которая в свою очередь зависит от вязкости материала. Продолжительность высыхания материала определяли в соответствии с ГОСТ 19007-73 по семибалльной системе (7 степеней высыхания).

Определение морозостойкости (ГОСТ Р 52020-2003) проводили путем нанесения покрытия на стеклянную пластинку и выдержки ее в морозильной камере при температуре -25 °С в течение 6 часов.

Определение коррозионных свойств полученного эпоксиполиуретанового покрытия с добавкой ГОСТ 28084-89 заключалось в подготовке комплекта металлических пластинок белой

жести, малоуглеродистой стали, алюминиевого сплава Д-16, меди М. Предварительно пластинки зачищались, обрабатывались спиртом и после сушки взвешивали и собирали на стальной болт. Собранный комплект помещали в сосуд с жидкостью и выдерживали в течение 120 часов при температуре 80 ± 2 °С. Затем пакет с пластинками извлекали, промывали, высушивали и вновь взвешивали.

Результаты и обсуждение

Получено антикоррозионное полимерное покрытие путем синтеза эпоксиполиуретана с добавкой и проведены испытания по определению физико-химических и эксплуатационных свойств покрытия [22].

При определении антикоррозионных свойств эпоксиполиуретана с добавкой агрессивной средой служила 10% соляная кислота. Результаты анализов приведены в таблице 1.

Из таблицы следует, что полученное покрытие обладает достаточной химической стойкостью, потери массы пластин не существенны, так, для стали составляет 0,0009%, для меди 0,0014%, алюминия 0,0048%.

Опыты по антикоррозионной стойкости покрытия были испытаны и в других агрессивных средах, при этом учитывались условия эксплуатации автомобиля.

Под влиянием различных факторов (атмосферные, климатические условия, перепад температур и т.д.) металлические поверхности деталей подвергаются интенсивной коррозии, особенно, существенны коррозионные процессы, там, где в почве высокое содержание солей, например, в областях Кашкадарья, Каракалпакистан, и др. Узбекистана.

Поэтому опыты по коррозионной стойкости проведены в растворах различных солей при температуре 60 °С в течение 120 часов, результаты приведены в таблице 2.

Из таблицы следует, что у опытного образца высокая степень антикоррозионной защиты и составляет 98,9%. Проведены эксперименты также по термо- и морозостойкости покрытия. Температура плавления покрытия наблюдалась в интервале температур 195-197 °С, морозостойкость (появление штрихов и небольших трещин) составила минус 28-30 °С.

Результаты проведенных наблюдений и анализов приведены в таблице 3.

Таблица 1

Результаты анализов по антикоррозионным свойствам синтезированного антикоррозионного покрытия

Образец	Масса, г		Потеря массы, %	Примечание
	До испытаний	После испытаний		
Медь М	5,1072	5,1069	0,0014	Стойкие
Сталь Д	10,8331	10,8330	0,0009	Стойкие
Алюминий АЛ-9	2,0691	2,0690	0,0048	Стойкие

Таблица 2

Результаты степени защиты коррозионного покрытия

Испытуемая водная среда	Показатели	Контрольный образец пластинки без покрытия	Металлы		
			Сталь	Алюминий	Медь
5% NaCl	K	0,0059	0,000069	0,000007	0,000061
	Z	-	98,8	99,8	98,9
5% Na ₂ CO ₃	K	0,0061	0,00060	0,000058	0,000080
	Z	-	90,2	99,1	98,6
5% Na ₂ SO ₄	K	0,0049	0,000061	0,000058	0,000061
	Z	-	98,7	98,8	98,7
5% NaHCO ₃	K	0,0057	0,000058	0,000058	0,000058
	Z	-	99,8	99,8	99,8
5% CaCO ₃	K	0,0029	0,000030	0,000028	0,000034
	Z	-	98,9	99,0	98,8

K (г/см², сут.) – скорость коррозии, Z -% степень защиты.

Таблица 3
 Физико-химические и эксплуатационные показатели полимерного покрытия

Показатели	Значение	Примечание
Прочность на удар, см	75	Высокая
Морозостойкость, °С	(-28) (-30)	Достаточная
Теплостойкость, °С	195-197	Достаточная
Адгезия методом решетчатых надрезов, балл, не более	1	Высокая
Степень коррозионной защиты, %	98,9	Высокая

Из таблицы видно, что полимерное покрытие по основным свойствам имеет высокие значения показателей и может быть использовано в качестве защиты металлов от коррозии.

Представляло практический интерес проведение эксплуатационных испытаний в натуральных условиях. С этой целью проведены эксплуатационные испытания в натуральных условиях на перевале Камчик (г. Ангрэн). На предварительно очищенные от загрязнений (жировых пятен, старой краски), детали кузова, днище, внутренние

стороны крыльев автомобиля нанесли полимерное покрытие в два слоя. После полного высыхания покрытия автомобиль MAN CLA 26280 был запущен в работу и через каждые 1 тыс. км. пробега проводили осмотр участков покрытия, при этом изменений на поверхности с покрытием не наблюдали.

Эксплуатацию автомобиля проводили в теплое и холодное время года, пробег составил 8,35 тыс. км, перепад температур не повлиял на прочность и адгезию покрытия.

Были изучены зарубежные аналоги (Антикоррозионное покрытие ASTROhim (AC-4901) (Россия), Антикоррозионное покрытие Hi-Gear (HG5754) (США)) и сравнительные данные приведены в таблице 4.

Из таблицы видно, что по отдельным параметрам – адгезия, коррозионная защита и другим, испытанное антикоррозионное покрытие на основе местного сырья (эпоксиполиуретан с добавкой) превосходит зарубежные аналоги и может служить импортозамещающим материалом.

Заключение

Испытания по определению антикоррозионных свойств покрытия на основе эпоксиполи-

Таблица 4
 Результаты сравнительных данных показателей качества опытного и промышленных образцов

Показатели	Опытный образец	Антикоррозионное покрытие ASTROhim (AC-4901) (Россия)	Антикоррозионное покрытие Hi-Gear (HG5754) (США)
Прочность на удар, см	75	50	50
Морозостойкость, °С	(-28) (-30)	(-23) (-26)	(-22) (-25)
Теплостойкость, °С	195-197	180-182	180-185
Адгезия методом решетчатых надрезов, балл, не более	1	2	1
Степень коррозионной защиты, %	98,9	97,2%	96,8%

уретана показали, что полимерное покрытие обладает высокой химической стойкостью в различных агрессивных средах, потери массы не существенны и ими можно пренебречь, а степень защиты от коррозии составляет 98,9%. Эксплуатационные испытания антикоррозионного покрытия в натуральных условиях показали высокую прочность, адгезию, стойкость к перепаду

температур. Наблюдение за состоянием антикоррозионного покрытия проводили каждые 1 тыс. км пробега, и при пробеге 8,35 тыс. км изменений поверхности покрытия не наблюдали.

Полученное антикоррозионное покрытие не уступает по качеству импортным материалам, и возможно применение в качестве импортозамещающего.

REFERENCES

1. Akbarinezhad E., Ebrahimi M., Sharif F., Attar M.M., Faridi H.R. Synthesis and evaluating corrosion protection effects of emeraldine base PANi/clay nanocomposite as a barrier pigment in zinc-rich ethyl silicate primer. *Progress in Organic Coatings. An International Journal*, 2011, vol. 70, no. 1, pp. 39-41.
2. Joncoux-Chabrol K., Bonino J.-P., Gressier M., Menu M.-J., Pebere N. Improvement of barrier properties of a hybrid sol-gel coating by incorporation of synthetic talc-like phyllosilicates for corrosion protection of a carbon steel. *Surface and Coatings Technology*, 2012, vol. 206, no. 11-12, pp. 2884-2891.
3. King A.D., Scully J.R. Sacrificial Anode-Based Galvanic and Barrier Corrosion Protection of 2024-T351 by a Mg-Rich Primer and Development of Test Methods for Remaining Life Assessment. *Corrosion The Journal of Science and Engineering*, 2011, vol. 67, no. 5, pp. 147-152.
4. Kirkland N.T., Schiller N.T., Medhekar N., Birbilis N., Exploring graphene as a corrosion protection barrier. *Corrosion Science*, 2012, vol. 56, pp. 1-4.
5. Ordine A., Achete C.A., Mattos O.R., Margarit I.C.P., Camargo S.S., Hirsch T. Magnetron sputtered SiC coatings as corrosion protection barriers for steels. *Surface and Coatings Technology*, 2000, vol. 133, pp. 583-588.
6. Parola S., Verdenelli M., Sigala C., Scharff J.P., Velez K., Veytizou C., Quinson J.F. Sol-gel coatings on non-oxide planar substrates and fibers: a protection barrier against oxidation and corrosion. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2003, vol. 26, no. 1-3, pp 803-806.
7. Schmidt D.P., Shaw B.A., Sikora E., Shaw W.W. Corrosion Protection Assessment of Barrier Properties of Several Zinc-Containing. *Coating Systems on Steel in Artificial Seawater*, *Corrosion*, 2006, vol. 62, pp. 323-339.
8. Wang F., Liu J., Li Y., Fan R., Li Y. Complex Barrier Layer of Triazinedithiol Prepared by Electrodeposition and Initiated Polymerization on Aluminum Alloy towards Corrosion Protection. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 2012, vol. 7, pp. 3672-3680.
9. Barhanadzhan, A. L., Hakimov, R. M., Ibragimov, B. D., Sobirova, D. K., Abdukarimova, G. U., & Ajrapetov, D. A. (2020). Problema ispol'zovaniya othodov lakokrasochnykh materialov i ih utilizatsiya. [The problem of using waste paint and paint materials and their disposal] *Izvestiya Tomskogo Politehnicheskogo Universiteta Inzhiniring Georesurov*, 2020, vol. 331, no. 9, pp. 179-185.
10. Ckadyñ' A.I., Tekhnologiya antikorroziionnoy zashchity avtomobiley antikorroziionnym pokrytiem Krown (kraun) T40 [Technology of anti-corrosion protection of cars with anti-corrosion coating Krown (crown) T40. *Materials of the International Scientific and Technical Conference "Current problems of the development of shipping and transport in the asian-pacific region"*] *Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya "Aktual'nye problemy razvitiya sudohodstva i transporta v Aziatsko-Tihookeanskom regione"*, 2019, pp. 187-192.
11. Vollrath K. Hot galvanization for corrosion prevention. *Metall*, 2000, vol. 54, pp. 520-522.
12. Beyer S., Dunkel V., Hasselmann U., Landgrebe R., Speckhardt H. Stress-corrosion in the liquid Zinc phase during high-temperature galvanization of HV screws of strength-10.0 with large dimensions. 2. Experimental-studies and theoretical-studies on damage mechanism and implications for practice. *Materialwiss Werkstofftech*, 1994, vol. 25, pp. 459-470.
13. Bottcher H.J. Hot galvanization as a means of protection against corrosion in sea-water and in sea-atmosphere. *Metall*, 1968, vol. 22, pp. 1258-1260.
14. Sarac ES, Girgin G, Palabiyik SS, Charehsaz M, Aydin A, Sahin G, et al. A pilot study on neopterin levels and tryptophan degradation in zinc-exposed galvanization workers. *Biol Trace Elem Res.*, 2013, vol. 151, pp. 330-334.
15. Barbalat M., Lanarde L., Caron D., Meyer M., Vittonato J., Castillon F., Fontaine S., Refait P. Electrochemical study of the corrosion rate of carbon steel in soil: Evolution with time and determination of residual corrosion rates under cathodic protection. *Corros. Sci.*, 2012, vol. 55, pp. 246-253.
16. Diaz B., Swiatowska J., Maurice V., Seyeux A., Normand B., Härkönen E., Ritala M., Marcus P. Electrochemical and time-of-flight secondary ion mass spectrometry analysis of ultra-thin metal oxide (Al₂O₃ and Ta₂O₅) coatings deposited by atomic layer deposition on stainless steel. *Electrochim. Acta.*, 2011, vol. 56, pp. 10516-10523.
17. Wang W.H., Yi J., Chen L., Li X.Y. Numerical Simulation of Transient Process for Corrosion Environment in Coating Crevice with Cathodic Protection. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 2012, vol. 9, pp. 1395-1398.
18. Weisenburger A., Schroer C., Jianu A., Heinzl A., Konys J., Steiner H., Mueller G., Fazio C., Gessi A., Babayan S., Kobzova A., Martinnelli L., Ginestar K., Balbaud-Celerier F., Martin-Munoz F.J., Soler Crespo L. Long term corrosion on T91 and AISI1 316L steel in flowing lead alloy and corrosion protection barrier development: Experiments and models. *Journal of Nuclear Materials*, 2011, vol. 415, pp. 260-269.
19. Yasuda H.K., Yu Q.S., Reddy C.M., Moffitt C.E., Wieliczka D.M., Deffeyes J.E. "Barrier-Adhesion" Principle for Corrosion Protection. *Corrosion The Journal of Science and Engineering*, 2001, vol. 57, pp. 670-679.
20. Deflorian F., Fedrizzi L., Bonora P.L. Influence of the photo-oxidative degradation on the water barrier and corrosion protection properties of polyester paints. *Corrosion Science.*, 1996, vol. 38, pp. 1697-1708.
21. Li J., Zhao Y., Hu J., Shu L., Shi X., Adhes J. Anti-icing Performance of a Superhydrophobic PDMS/Modified Nano-silica Hybrid Coating for Insulators. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 2012, vol. 26, pp. 665-679.
22. Dzhaliilov A.T., Nurkulov.N.F. & Vafaev O.Sh. Primeniya dvuslojnogo antikorroziionnogo pokrytiya na osnove epoksipoliuretana i hlorsul'firovannogo polietilena [Application of a two-layer anticorrosive coating based on epoxy polyurethane and chlorosulfonated polyethylene]. *Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya "INNOVACIYA 2013"* [International Scientific and Technical Conference "INNOVATION 2013"], Tashkent, 2013, pp. 116-117.