

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 2026 vol. 3

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 3, ISSUE 1

MARCH, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 1 MARCH, 2026

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.


Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Structural, physical, and chemical properties of acetylene production secondary raw materials (ACE) and their application in composite elastomers

D.I. Nigmatova¹^a, J.S. Sobirov¹^b, A.S. Ibadullaev¹^c, Sh.I. Mamaev¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The structural and physicochemical properties of secondary raw materials for the production of acetylene (VSA), formed by pyrolysis from natural gas, were investigated. It has been shown that HPA is characterized by increased oxygen and hydrogen content, developed specific surface area, high particle dispersity, and the presence of functional oxygen-containing groups. The extracted low molecular weight oligomer ($M \leq 1000$) contains carboxyl, phenol, quinone, and lactone groups. These properties make VSPA a promising carbon filler for composite elastomeric materials, contributing to the formation of a vulcanization structure and improving the operational characteristics of rubber-technical products.

Keywords: secondary raw materials, acetylene, carbon filler, composite elastomers, functional groups, extract

Структурно-физико-химические свойства вторичного сырья производства ацетилена (ВСПА) и его применение в композиционных эластомерах

Нигматова Д.И.¹^a, Собиров Ж.С.¹^b, Ибадуллаев А.С.¹^c, Мамаев Ш.И.¹^d

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Исследованы структурно-физико-химические свойства вторичного сырья производства ацетилена (ВСПА), образующегося пиролизным способом из природного газа. Показано, что ВСПА характеризуется повышенным содержанием кислорода и водорода, развитой удельной поверхностью, высокой дисперсностью частиц и наличием функциональных кислородсодержащих групп. Экстрагированный низкомолекулярный олигомер ($M \leq 1000$) содержит карбоксильные, фенольные, хинонные и лактоновые группы. Данные свойства делают ВСПА перспективным углеродным наполнителем для композиционных эластомерных материалов, способствующим формированию вулканизационной структуры и повышению эксплуатационных характеристик резинотехнических изделий.

Ключевые слова: вторичное сырьё, ацетилен, углеродный наполнитель, композиционные эластомеры, функциональные группы, экстракт

1. Введение

При создании композиционных эластомерных материалов значительная роль отводится углеродным наполнителям [68; С.124–138], структура и свойства которых во многом определяются методами синтеза [105; С.69–78]. Вторичное сырьё производства ацетилена (ВСПА), образующееся при пиролизе природного газа, представляет интерес как источник углеродных частиц с функционализированной поверхностью [1]. Изучение его структурно-физико-химических свойств позволяет оценить потенциал ВСПА в повышении механических и эксплуатационных характеристик эластомерных композиций [2].

2. Методика исследования

Объектом исследования являлось вторичное сырьё производства ацетилена (ВСПА), образующееся в процессе пиролизного разложения природного газа.

Данный материал представляет собой комплексную смесь углеродных частиц с функционализированной поверхностью, на которой адсорбированы продукты неполной карбонизации ацетилена. Для изучения структурно-физико-химических свойств ВСПА использовался комплекс методов, направленных на выявление элементного состава, морфологии частиц, характера поверхностных функциональных групп и их влияния на физические свойства [3-4].

Методы исследования включали:

1. Элементный анализ. Производился количественный анализ содержания углерода, водорода, кислорода, серы и золы. Целью этого этапа было определить степень насыщенности ВСПА углеродом и влияние остаточных элементов на физико-химические свойства, а также провести сравнительный анализ с серийными техническими углеродами Т 900, П 701, П 705 и П 803, применяемыми в промышленности в качестве наполнителей для эластомерных материалов.
2. ИК-спектроскопия и ПМР. ИК-спектроскопия

^a <https://orcid.org/0009-0000-6540-221X>

^b <https://orcid.org/0009-0002-9994-8848>

^c <https://orcid.org/0000-0002-8089-2592>

^d <https://orcid.org/0009-0002-6073-747X>



применялась для идентификации функциональных групп на поверхности углеродных частиц (карбокисильные, фенольные, хинонные, лактоновые), а ПМР-спектроскопия — для подтверждения наличия ароматических структур и замещенных производных. Эти методы позволили оценить химическую активность ВСПА и потенциальную способность к взаимодействию с полимерной матрицей.

3. Определение удельной поверхности и сорбционных характеристик. Удельная поверхность ВСПА измерялась методом адсорбции азота, фенола и ЦТАБ, что позволяет оценить как общую площадь поверхности, так и доступность активных центров. Дополнительно определялись йодное число и масляная абсорбция, отражающие степень полисопряженности и пористость частиц.

4. Измерение морфологических характеристик. Средний диаметр частиц, насыпная плотность и распределение по фракциям изучались для оценки дисперсности и структурной однородности ВСПА. Эти параметры критически важны для прогнозирования поведения наполнителя при формировании вулканизационной структуры эластомерных композиций.

5. Экстракция низкомолекулярного олигомера. ВСПА подвергался экстракции в толуоле, что позволило выделить низкомолекулярный олигомер (12–15 % массы исходного материала) с молекулярной массой ≤ 1000 . Данный продукт характеризуется наличием функциональных кислородсодержащих групп, способных влиять на адгезию к полимерной матрице и формирование межфазного взаимодействия.

6. Электронно-парамагнитная спектроскопия (ЭПР). Метод использовался для изучения экстрагированного олигомера с целью выявления свободных радикалов и paramagnetic centers. Полученные данные помогают понять реакционную способность ВСПА при взаимодействии с полимерными матрицами и возможное участие в процессах вулканизации.

Сравнение с серийными техническими углеродами (Т 900, П 701, П 705, П 803) проводилось для того, чтобы оценить отличительные свойства ВСПА: его дисперсность, функционализацию поверхности, химическую активность и сорбционную способность. Это позволяет определить потенциал применения вторичного сырья производства ацетилена как эффективного наполнителя в композиционных эластомерных материалах [5-7].

3. Результаты и обсуждение

Элементный состав ВСПА

При создании композиционных эластомерных материалов значительная роль отводится углеродным наполнителям [8]. Структура и свойства которого во многом определяются способами их синтеза [9]. В этом аспекте заслуживает определенного внимания исследование структурно-физико-химических свойств отхода образующегося при производстве ацетилена пиролизным способом из природного газа. Исследование его структурно-физико-химических свойств показало, что она приближается к некоторым маркам известных технических углеродов (Таблица 1).

Из таблицы видно, что вторичное сырьё

производство ацетилена (ВСПА) отличается от серийных технических углеродов повышенным содержанием кислорода и водорода. При образовании частиц ВСПА на его поверхности адсорбируются продукты неполной карбонизации сырья [10].

Таблица 1
Элементный состав отхода производство ацетилена и некоторых марок тегуглеродов

Наименование Показателей	Содержание, %				
	Вторичное сырьё произ. ацетилена	Т 900	П 701	П 705	П 803
Углерод	86-90	96-99	96-98	96-98	97-99
Водород	3-4	0,3-0,5	0,4-0,6	0,6-0,8	0,4-0,6
Кислород	6-7	0,1-0,2	0,3-0,5	0,3-0,5	0,1-0,2
Сера	-	0,1	0,3	0,3	0,2
Зольность	0,8-0,9	0,1-0,2	0,4-0,6	0,4-0,5	0,4-0,5

Исследование состава этих веществ важно, так как они влияют на формирование структуры и свойств композиционных эластомерных материалов и изделий на их основе. Мы ВСПА подвергали экстракцию и получили до 12-15% низкомолекулярный олигомер, изучение которого показало, что его молекулярная масса равна $M \leq 1000$, аппретированных на поверхности его частиц (Таблица 2).

Таблица 2

Элементного состава экстракта

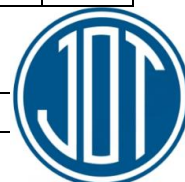
Наименование показателей	Содержание, %
Цвет	чёрное
Карбокисильные	26
Фенольные	14
Хинонные	33
Лактоновые	27

ИК – спектре олигомера, экстрагированного (в толуоле) обнаруживаются следующие характеристические полосы таблица 3. относящихся к продуктам термической циклизации и олигомеризации ацетилена с брутто формулой $C_{54}H_{40}O$. ПМР – спектры указывает на наличие протонов при $\delta = 6,85$ м.д., $\delta = 6,70$ м.д., $\delta = 7,10$ м.д., характерных для ароматических структур и его замещенных производных [11].

Таблица 3

Результаты ИКС олигомера

в.к. v C=O	в.к. v C-H	в.к. v C-H	в.к. v C=C
при 1710 см ⁻¹	Ароматического кольца при 3050 см ⁻¹	Метиленовых и мтильных групп при 2860, 2930, 2960, 2975 см ⁻¹	при 1500-1600 см ⁻¹



Экстрагированный продукт дает узкий одиночный сигнал ЭПР с концентрацией ПМЧ в порядке 1×10^{14} спин/г, g - фактором близким к - g фактору свободного электрона.

Следовательно, ВСПА может рассматриваться как сажа частицы, которой микрокапсулированы в полимерно-олигомерную функционализированную, кислородсодержащими группами, оболочку.

Таблица 4

Сравнение основных физических характеристик ВСПА и некоторых технических углеродов

Наименование показателя	МУ	Марка технического углерода			
		Т 900	П 701	П 705	П 803
Удельная условная поверхность, м ² /г	19-24	12-16	33-39	20-26	13-19
Удельная внешняя поверхность по адсорбции ЦТАБ, м ² /г	57-60	25-30	45-50	38-44	35-40
Удельная поверхность по адсорбции фенола, м ² /г	75-85	10-13	30-35	16-25	12-20
Удельная поверхность по адсорбции азота, м ² /г	85-90	12-15	32-38	18-25	10-20
Йодное число, мг/г	100-110	16-20	34-40	24-28	19-23
Абсорбция дибутилфталата, мл/100 г	170-180	40-50	60-70	105-115	75-90
Абсорбция льняного масла, мл/100 г	165-170	3540	6065	90-100	65-80
РН водной суспензии	6-8	6-8	9-11	7,5-9,5	7,5-9,5
Потеря массы при 378 К, %	0,4-0,8	0,0-0,4	0,0-0,35	0,0-0,5	0,0-0,5
Удельная насыпная плотность, г/см ³	1,76-1,78	1,88-1,95	1,75-1,78	1,80-1,84	1,81-1,84

Средний диаметр частиц, Нм	45-70	250-300	85-100	888-110	155-210
Массовая доля остатка на сите, %	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00
05 К	4	8	8	8	1
0,14 К	0,003	0,02	0,01	0,01	0,1
0045 К	0,03	0,08	0,08	0,08	0,1

Из данных табл.4. следует, что ВСПА характеризуется повышенным значением масляного, йодного числа, по-видимому, это связано с шероховатостью ее поверхности и наличием полисопряженных систем, а также высокая степень дисперсности частиц.

Таким образом, в процессе образования ВСПА на его частично окисленной поверхности адсорбируются или химически связываются с ним продукты различной степени конденсации ацетиленовых соединений. Предполагаем, что большую роль играет при образовании вулканизационной структуры композиционных эластомерных материалов для получения резинотехнических изделий машиностроительного назначения [12-14]. Влияние на композиционные эластомеры благодаря функциональным группам и развитой поверхности ВСПА [15]:

- улучшает адгезию к полимерной матрице;
- способствует равномерной дисперсии и формированию вулканизационной структуры;
- повышает эксплуатационные свойства резинотехнических изделий.

4. Заключение

ВСПА обладает уникальными структурно-физико-химическими свойствами: повышенным содержанием кислорода и водорода, развитой удельной поверхностью и высокой дисперсностью частиц.

Экстрагированный олигомер содержит карбоксильные, фенольные, хинонные и лактоновые группы, что повышает химическую активность частиц.

ВСПА может использоваться как активный углеродный наполнитель для композиционных эластомеров, улучшая формирование вулканизационной структуры и эксплуатационные характеристики резинотехнических изделий.

Использованная литература / References

- [1] Yusupbekov, A.Kh., Ibadullaev, A., Abdurashidov, T.R., Akhmedov, K.S. 1988 International Symposium on Flow-Induced Vibration and Noise. Acoustic Phenomena and Interaction in Shear Flows over Compliant and Vibrating Surfaces Vol. 6. Doklady. Chemical technology, 1988, 301-3, pp. 79-80.
- [2] Ibadullaev, A., Yusupbekov, A.Kh., Gorbunov, V.A., Abdurashidov, T.R. Reactivity of a secondary



carbonaceous raw material with respect to carbon dioxide. Journal of applied chemistry of the USSR, 1986, 59(11 pt 2), pp. 2387–2389

[3] Yoqubov, B. B., Ibadullaev, A., Yoqubova, D. Q., Teshabaeva, E. U. Prospects and development of research of composite elastomer materials, J. Sib. Fed. Univ. Chem., 2021, 14(4), 464–476. DOI: 10.17516/1998-2836-0255.

[4] .Интенсификация производства технического углерода. Под.ред. В.М.Гольдштейна. - М.: ЦНИИТЭ нефтехим, 1983.- 96 с.

[5] Сурувикин В.Ф. Развитие и интенсификация печного процесса производства технического углерода. Обзор. - М.: ЦНИИТЭ нефтехим, 1976.- 65 с.

[6] Ибадуллаев А., Юсупбеков А.Х., Абдурашидов Т.Р., Горбунов В.А. Электронно-микроскопические исследование структуры углеродсодержащего вторичного сырья // Ж. Док.Акад.Наук УзССР.- 1985.- № 7.- С.43-45.

[7] Ибадуллаев А., Юсупбеков А.Х., Абдурашидов Т.Р., Бабюк В.Н. Рентгеноструктурный анализ углеродсодержащего вторичного сырья // Ж. Док.Акад.Наук УзССР.- 1985.- № 11.- С.32-33.

[8] Чанг Дей Хан. Реология в процессах переработки полимеров. (Пер.с англ. под ред. Г.В. Виноградова, М.Л. Фридмана). – М.–Л.: Химия, 1979.- 396 с.

[9] Лусенков В.И., Уральский М.Л, Горелик Р.А., Буканов А.М. Методологические особенности оценки технологических свойств эластомеров на пластикордере «Брабендер» // Ж. Каучук и резина. - 1980.- № 10.- С.60-63.

[10] Onifer R.S. Discovering the keys to processing better rubber components with the C.W. Brabender Plasti-Corder.- Rubb.Age, 1966.- v.98.- No 8.- P.51-60.

[11] Van Buskirk P.R., Turetski S.B., Gunberg P.F. Practical parameters for mixing.// Rubb.Chem. and Technol., 1975.- v.48.- No4.- P.577-591.- 1996.- v.49. №1.- P.1-11.

[12] .Studebaker Merton L., Beatty J.R. Mixing Factors that affect raw stok. // - Rubb. Age, 1996.- v.108.- No5.- P.21-27.- No6.- P.21-28.

[13] Нигматова, Д. И., А. С. Ибадуллаев, and Ш. И. Мамаев. "Исследование воздействия ингредиентов на процесс вулканизации эластомерных композиций." (2023).

[14] Ibadullaev, A., D. Nigmatova, and E. Teshabaeva. "Radiation Resistance of Filled Elastomer Compositions." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 808. No. 1. IOP Publishing, 2021.

[15] Ibadullayev, A., Teshabayeva, E., Kakharov, B., & Nigmatova, D. (2021). Composite elastomeric materials filled with modified mineral fillers. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 05006). EDP Sciences.

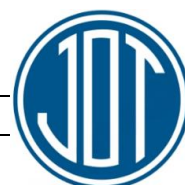
Информация об авторах/ Information about the authors

Нигматова Дилноза Исломова / Dilnoza Nigmatova Islomovna	Ташкентский государственный транспортный университет, доцент кафедры «Материаловедения и машиностроения», PhD E-mail: islamovna.dilnoza@gmail.com Tel.: +998 93 546 49 16 https://orcid.org/0009-0000-6540-221X
---	--

Собиров Жасурбек Содиржон ўгли / Jasurbek Sobirov Sodirjon ugli	Ташкентский государственный транспортный университет, докторант кафедры «Материаловедение и машиностроение» E-mail: jasurbeksobirov19951908@gmail.com Tel.: +998883880095 https://orcid.org/0009-0002-9994-8848
---	---

Ибадуллаев Ахмаджон Собирович / Ahmadjon Ibadullaev Sobirovich	Ташкентский государственный транспортный университет, профессор кафедры «Инженерные коммуникации и системы», доктор технических наук E-mail: ibadullaev1957@bk.ru Tel.: +998974805057 https://orcid.org/0000-0002-8089-2592
---	--

Мамаев Шерали Иброхимович / Sherali Mamaev Ibrokhimovich	Ташкентский государственный транспортный университет, профессор кафедры «Материаловедение и машиностроение», PhD E-mail: mamayevsherali@gmail.com Tel.: +998909687427 https://orcid.org/0009-0002-6073-747X
--	---



D. Nigmatova, J. Sobirov, A. Ibadullaev, Sh. Mamaev
Structural, physical, and chemical properties of acetylene production
secondary raw materials (ACE) and their application in composite
elastomers.....48

CONTEXT / MUNDAARIJA