

УДК 542.16+629.11.012.856

Н. ҚАЛИБЕК, Е. ТЛЕУБЕРДІ, Е. Қ. ОҢҒАРБАЕВ, А. ТЛЕМИСОВ

Әл-фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

РЕЗЕҢКЕ ҮГІНДІСІН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ

Аннотация. Жұмыста ескірген автокөлік дөңгелектерінен алынған резине үгінділерін өңдеу жолдары қарастырылды. Резине үгінділерін термиялық өңдеу процесі 300 °C-тен 400 °C-қа дейінгі температура аралығында жүргізілді. Тәжірибе нәтижелеріне сәйкес, резине үгінділерін термиялық өңдеудің температуралары артық сайын алынған көміртекті материалдардың шығымы азая беретіндігі көрсетілген. Бұл шикізатты жоғары температурада күйдіру барысында, газ тәрізді бөлшектердің көбірек шығатындығымен түсіндіріледі.

Түйін сөздер: резине үгінділері, термиялық өңдеу, көміртекті материал, ескірген дөңгелек, масса өзгерісі.

Кіріспе. Резиналық бұйымдардың күнделікті тіршілікте көптеп қолданылуы резина қалдықтарының аса көп көлемді қалдықтар қатарына түсуіне алып келді. Резина қалдықтары қатарына жататындар: көлік дөңгелектері, резинотехникалық бұйымдар, резинадан жасалған аяқ киімдер, латекстен жасалған бұйымдар және т.б. Олардың қатарына өндірістен шыққан резиналы, резинаматалы және резинаметалды бұйымдарды жатқызуға болады. Әйтсе де резинадан жасалған қалдықтардың 90%-на жуығын қолданыстан шыққан автокөлік резинелері құрайды. Жыл сайын әлемде миллиондаған қолданыстан шыққан автокөлік резинелері пайда болса, олардың пайдаға асырылатыны 15-20%-дан аспайды. Тек қана ТМД мемлекеттерінің өзінде жыл сайын 1,2-1,4 млн. тоннадай автокөлік резинелері қалдыққа айналады [1].

Автокөлік резинелерінің қоршаған ортаға әсер етуі қазіргі кездегі маңызды экологиялық проблемаға айналып отырғаны белгілі. Бұл, ең алдымен, дөңгелектердің бүкіл 'өмірлік циклы' (оларды өндіріп шығару, пайдалану және қайта өңдеу) барысында экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге байланысты мәселе. Автокөлік дөңгелектері күрделі химиялық қослыстардан тұратын болғандықтан олардың қоршаған ортаға зиянды әсер етуі протектордың үйкеліп, ысқылануынан басталып, оларды коқыс ретінде сақтау барысына дейін орын алады [2].

Қолданысқа келмейтін автокөлік дөңгелектері қалдық шикізат болса да өте құнды болып табылады. Себебі, қайта өңделген дөңгелек резинелерінің құрамында 65-70% каучук, 15-25% техникалық көміртек немесе күйе және 10-15% жоғары сапалы металдар болады. Автокөлік дөңгелектерін қайта өңдеу экономикалық жағынан маңызды, экологияға қосар үлесі зор, сонымен қатар, жоғары сапа көрсетеді. Диаметрі 3-8 мм резина ұнтағына қара-

ғанда, 0,7 мм (0,18-0,5 мм) өлшемді резина ұнтағының қолдану аясы өте кең [3, 4].

Резине үгіндісі – дисперсиясы әртүрлі және форма өлшемдері де әртүрлі резине ұнтағы, өзінің неізгі құрылымында бастапқы резиненің молекулалық құрылысын және иілмелі қасиеттерін сақтап қалады. Ал бөлшектердің бетін резинелік ұнтақ қасиетін жақсарту мақсатында белсендендіруге болады. Ол бөлшек бетінің қабатын девулканизациялап, түрлендіріп, химиялық немесе физика-химиялық өңдеу арқылы іске асырылады [5, 6].

Бүгінгі таңда әлемде ескірген автокөлік дөңгелектерін қайта өңдеу бағытында көптеген жұмыстар жүргізілуде, ал ғалымдар резине үгінділерін пайдаланудың түрлі жоларын ұсынуда [2]. Бұл жұмыста пайдаланылған автокөлік дөңгелектерінен алынған резине үгінділерін көміртекті материалдар алуға пайдалану жолдары қарастырылған.

Тәжірибелік бөлім

Бұл жұмыста зерттеу нысаны ретінде Астана қаласында орналасқан Kazakhstan Rubber Recycling LLP зауытынан алынған өлшемдері 0,6-1,0 мм және 0,6 мм-ден кіші болатын ескірген автокөлік дөңгелектерінен алынған резине үгінділері алынды.

Термиялық өңдеу процесі қалыпты атмосфералық қысымда лабораториялық жағдайда жүргізіледі. Фракциялық құрамы 0,6-1 мм болатын резине үлгілерді муфель пешінде 300-400°C температура аралығында мақсатты температураға жеткеннен кейін 30 минут бойы жүргізіледі. Термиялық өңдеу процесіндегі үлгі массасының өзгерісін мына формуламен анықталады:

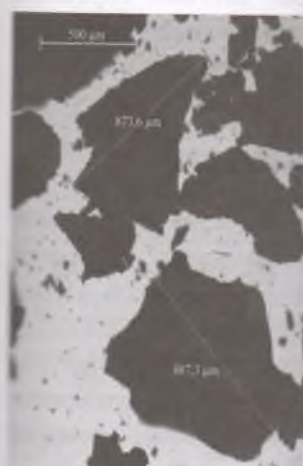
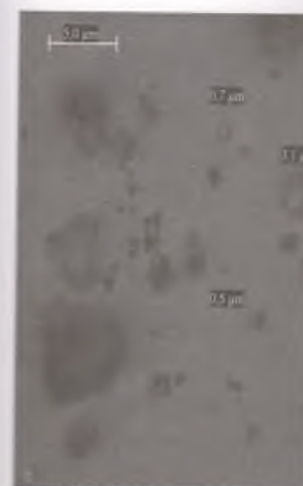
$$\Delta m(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

Мұндағы Δm – үлгі массасы, г; M_1 – бастапқы үлгі массасы, г; M_2 – соңғы үлгі массасы, г.

Нәтижелер және оларды талқылау

Kazakhstan Rubber Recycling LLP (Астана қ.) зауытынан алынған өлшемдері 0,6-1 мм және 0,6 мм-ден кіші резине үгінділерінің микроскопиялық суреттері 1-суретте келтірілген. Суреттер әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ұлттық нанотехнология лабораториясында Leica DM 6000 M оптикалық микроскопы көмегімен жарықты шағылыстыру арқылы түсірілген болатын.

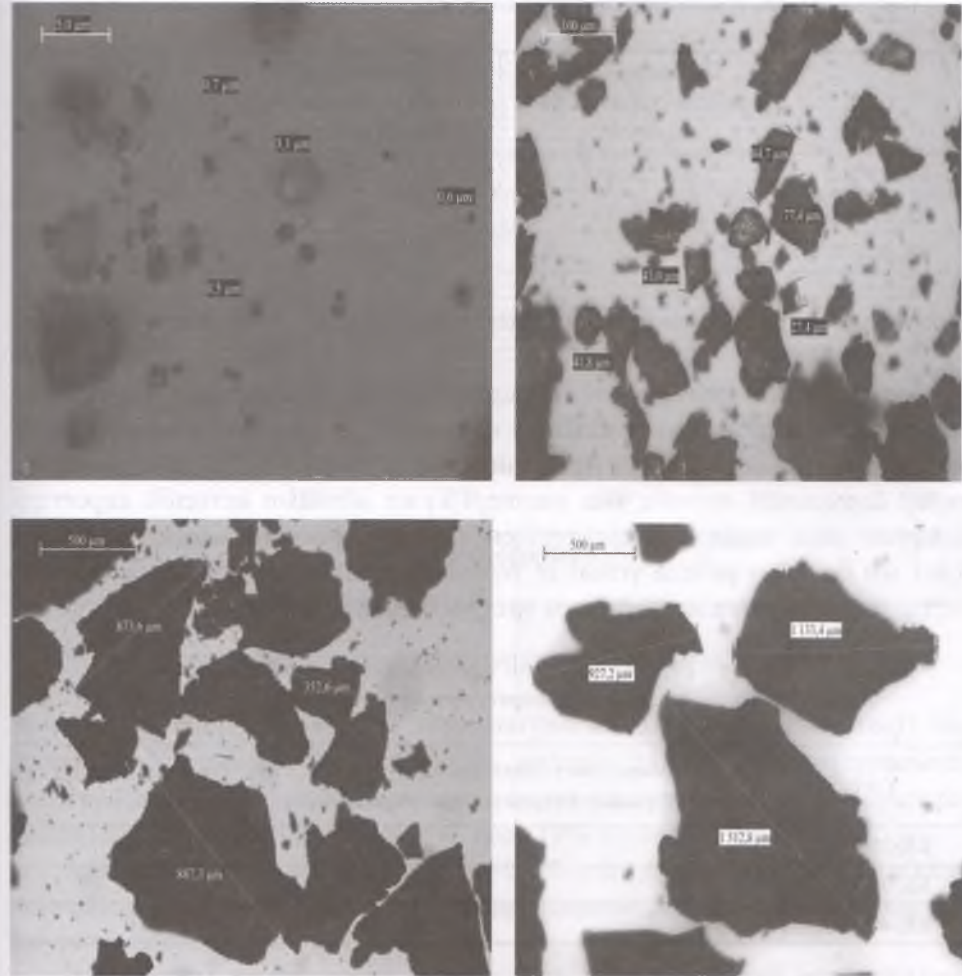
1-суреттен, яғни оптикалық микроскопия суреттерінен резина үгінділерінің айтарлықтай кеуекті құрылымын көре алмаймыз. 5,0 микронға дейін ұлғайтқанда резина бөлшектерінің нығыздалған қатты құрылысы көрінген.



1-сурет – Бөлшектерін

Резинке үгінділерін өзгерісі 1-кестеде көрсетілген температурада жүргізілген термиялық өңдеу барысында алынған өнімнің микроскопиялық суреттерінде

1-кестеде көрініп тұрған термиялық өңдеу барысында көміртекті материал алынған үлгілерінің массасының өзгерісі 26 %-ды құрады. 5 грамм резина үгінділерінен



1-сурет – Бөлшектерінің өлшемдері 0,6 мм кіші (а) және 0,6-1,0 мм (б) болатын РҮ-нің микроскопиялық суреттері

Резецке үгінділерін термиялық өңдеу процесіндегі үлгі массасының өзгерісі 1-кестеде көрсетілген. Кестеде көрініп тұрғандай, әр түрлі температурада жүргізілген термиялық өңдеудің бәріне бірдей мөлшердегі 5 г резина үгіндісі алынды. Термиялық өңдеу барысында, әр түрлі температурада алынған өнімнің шығымы және масса өзгерістері де әр түрлі болды.

1-кестеде көрініп тұрғандай, резина үгінділерін 300 °С температурада термиялық өңдеу барысында, әуелдегі 5 грамм резина үгіндісінен 3,7 грамм көміртекті материал алынды. Осы термиялық өңдеу барысында масса өзгерісі 26 %-ды құрады. 350 °С температурада термиялық өңдеу процесінде 5 грамм резина үгінділерінен 2,64 грамм көміртекті материал алынды. Бұл

1-кесте – Резина үгінділерін термиялық өңдеу процесіндегі үлгі массасының өзгерісі

Үлгі	Пайдаланылған резине үгінділерінің массасы, г	Термиялық өңдеумен алынған өнімнің массасы, г	Үлгі массасының өзгерісі, %
КҚ-300 °С	5	3,7	26
КҚ-350 °С	5	2,64	47,2
КҚ-400 °С	5	0,95	81,0

термиялық өңдеу барысында шикізатқа қарағанда өнім масса бойынша 47,2 % жоғалтты.

Резина үгінділерін 400 °С температурада термиялық өңдеу барысында, бастапқы 5 грамм резина үгіндісінен небәрі 0,95 грамм мақсатты өнім алынды. Термиялық өңдеудің бұл процесінде масса өзгерісі 81 %-ды құрады. Бұл өңдеу барысында өнімнің көп мөлшері күлге айналып кеткенін көрсетеді. Ескірген авто көлік дөңгелектерінен алынған фракциясының өлшемдері 0,6-1 мм болатын резина үгіндісін термиялық өңдеу кезінде қойылған мақсатты температураға жету уақыты әртүрлі болды (2-кесте).

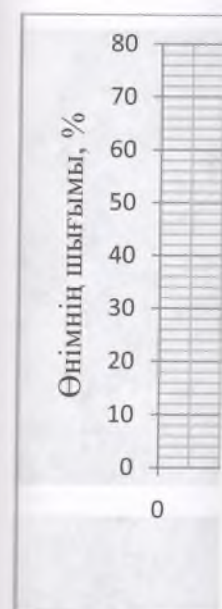
2-кесте – Резине үгінділерін термиялық өңдеу процесіндегі мақсатты температураға жету уақыты

Үлгі	Мақсатты термиялық өңдеу температурасына жеткенге дейінгі уақыт, мин.	Термиялық өңдеу уақыты, мин.
КҚ-300 °С	18	120
КҚ-350 °С	25	120
КҚ-400 °С	30	120

2-кестеде көрініп тұрғандай резине үгіндісін Муфель пешінде термиялық өңдеудің 300 °С температурасына 18 минутта жетті. Тәжірибелік бөлімде көрсетіліп кеткендей, мақсатты температураға жеткен соң 30 минут бойы осы температураны ұстап термиялық өңдеу жасалды. 350 °С температураға жеткенге дейін 25 минут уақыт кетті. Бұл жолы алдыңғы жұмысқа қарағанда көбірек уақыт кетті. Ал резине үгіндісін пеште термиялық өңдеудің 400 °С температурасына жетуге 30 минут уақыт керек болды. Демек, термиялық өңдеудің температурасы артқан сайын, оған жету уақыты да ұзақ болды.

Резина үгінділерін әр үрлі температурада қайта өңдеу барысындағы термиялық өңдеудің өнімдерінің шығымы төмендегі графикте (2-сурет) көрсетілген.

2-суретте көрініп тұрғандай, резине үгінділерін термиялық өңдеудің мақсатты температурасы 300 °С-тен 400 °С-қа артқан сайын өнімнің шығымы



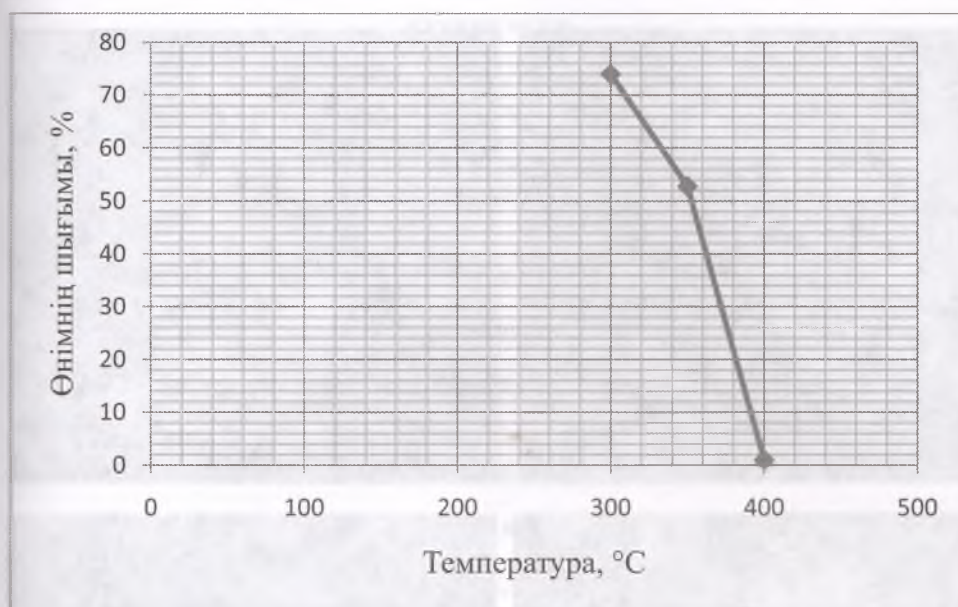
2-сурет – Терм

төмендеген. Өңделу материалдың шығымы азайып, 52,8% температурасында мақсатты

Ары қарай термиялық өңдеу операциялары сканерлендіріліп, 3-суретте көрсетілген.

Электрондық өлшеу әдісі екендігін көрсеткен фракциясының өлшеміне қараған өнімнің элементтерінің кезіндегі кеуектер

Қорытынды
Термиялық өңдеу текті материалды өңдеу нәтижелеріне байланысты артық беретіндігі көрсетілген. Температурасында, газ тәрізді РҮ-ні 400 °С температурадан күл бөлшегіне температура 350 °С е



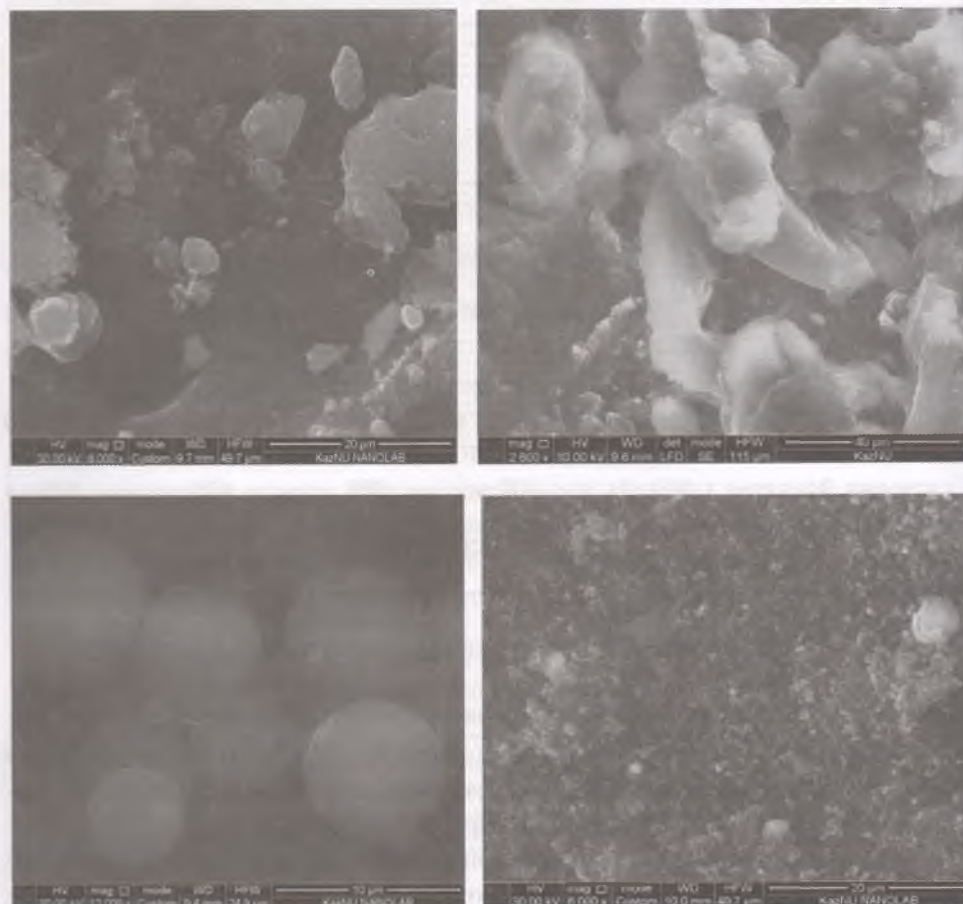
2-сурет – Термиялық өңдеу температурасының өнім шығымына тәуелділік графигі

төмендеген. Өндеудің 300 °C температурасында алынған көміртекті материалдың шығымы 74% болған. Ол өңдедің 350 °C температурасында азайып, 52,8% төмендеген. Термиялық өндеудің соңғы 400 °C температурасында мақсатты өнімнің шығымы не бары 19% құраған.

Ары қарай бұл резеңке үгінділерінің беттік құрылымы мен морфологиялары сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен зерттелді. Ол 3-суретте көрсетілген.

Электронды микроскопия суреттерінен үлгілер әртүрлі морфологияға ие екендігін көруге болады. Ескірген автокөлік дөңгелектерінен алынған фракциясының өлшемдері 0,6 мм кіші болатын резина үгінділерінен алынған өнімнің электронды микроскоптық анализ нәтижесі оның өте кіші деңгейдегі кеуектері ғана бар гетерокұрылымды зат екенін көрсетті.

Қорытынды. Резина үгіндісі негізіндегі термиялық өңделген көміртекті материалдар алу процесі 300-400 °C температурада зерттелді. Тәжірибе нәтижелеріне сәйкес, резине үгінділерін термиялық өндеудің температуралары артқан сайын алынған көміртекті материалдардың шығымы азая беретіндігі көрсетілген. Бұл шикізатты жоғары температурада күйдіру барысында, газ тәрізді бөлшектердің көбірек шығатындығымен түсіндіріледі. РҮ-ні 400 °C температурада күйдіргенде алынған өнімнің құрамында аздаған күл бөлшектері байқалды және термиялық өндеудің тиімді температурасы 350 °C екені анықталды.



3-сурет – Резина үгіндісінің электронды-микроскопиялық суреті

ӘДЕБИЕТ

- [1] Austruy F., Tileuberdi Ye., Ongarbaev Ye., Mansurov Z. Study of Production of Rubber-Bitumen Compounds // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2012. – Vol. 14, N 2. – P. 133-138.
- [2] Шаховец С.Е. Концепция ресурсосбережения и утилизации // Тезисы межд. научно-практ. конф.: Проблемы экологии и ресурсосбережения при переработке и восстановлении шин. – М., 2001.
- [3] Переработка изношенных шин: Монография / Э.М. Соколов и др. – Тула: Тул. гос. ун-т, 1999. – 134 с.
- [4] Tileuberdi Ye., Ongarbaev Ye.K., Mansurov Z.A., Kudaybergenov K.K., Doszhanov Ye.O. Ways of Using Rubber Crumb from Worn Tire // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vols. 446-447. – P. 1512-1515.
- [5] Касаткин М.М. Переработка амортизованных автомобильных (авиационных) шин и отходов резины. М.: Сигнал, 2000. С. 29-30.
- [6] Переработка изношенных шин: Монография / Э.М. Соколов и др. – Тула: Тул. гос. ун-т, 1999. – 134 с.

- [1] Austruy F., Tileuberdi Ye., Ongarbaev Ye., Mansurov Z. Study of Production of Rubber-Bitumen Compounds // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2012. – Vol. 14, N 2. – P. 133-138.
- [2] Шаховец С.Е. Концепция ресурсосбережения и утилизации // Тезисы межд. научно-практ. конф.: Проблемы экологии и ресурсосбережения при переработке и восстановлении шин. – М., 2001.
- [3] Переработка изношенных шин: Монография / Э.М. Соколов и др. – Тула: Тул. гос. ун-т, 1999. – 134 с.
- [4] Tileuberdi Ye., Ongarbaev Ye.K., Mansurov Z.A., Kudaybergenov K.K., Doszhanov Ye.O. Ways of Using Rubber Crumb from Worn Tire // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vols. 446-447. – P. 1512-1515.
- [5] Касаткин М.М. Переработка амортизованных автомобильных (авиационных) шин и отходов резины. М.: Сигнал, 2000. С. 29-30.
- [6] Переработка изношенных шин: Монография / Э.М. Соколов и др. – Тула: Тул. гос. ун-т, 1999. – 134 с.

Н. Калибек

ТЕРМИЧЕ

В работе рассмотрены вопросы переработки изношенных автомобильных шин.

Ключевые слова: материал, изменение макс

N. A. Kalibe

НЕ

In this work, we pro
Keywords: rubber d