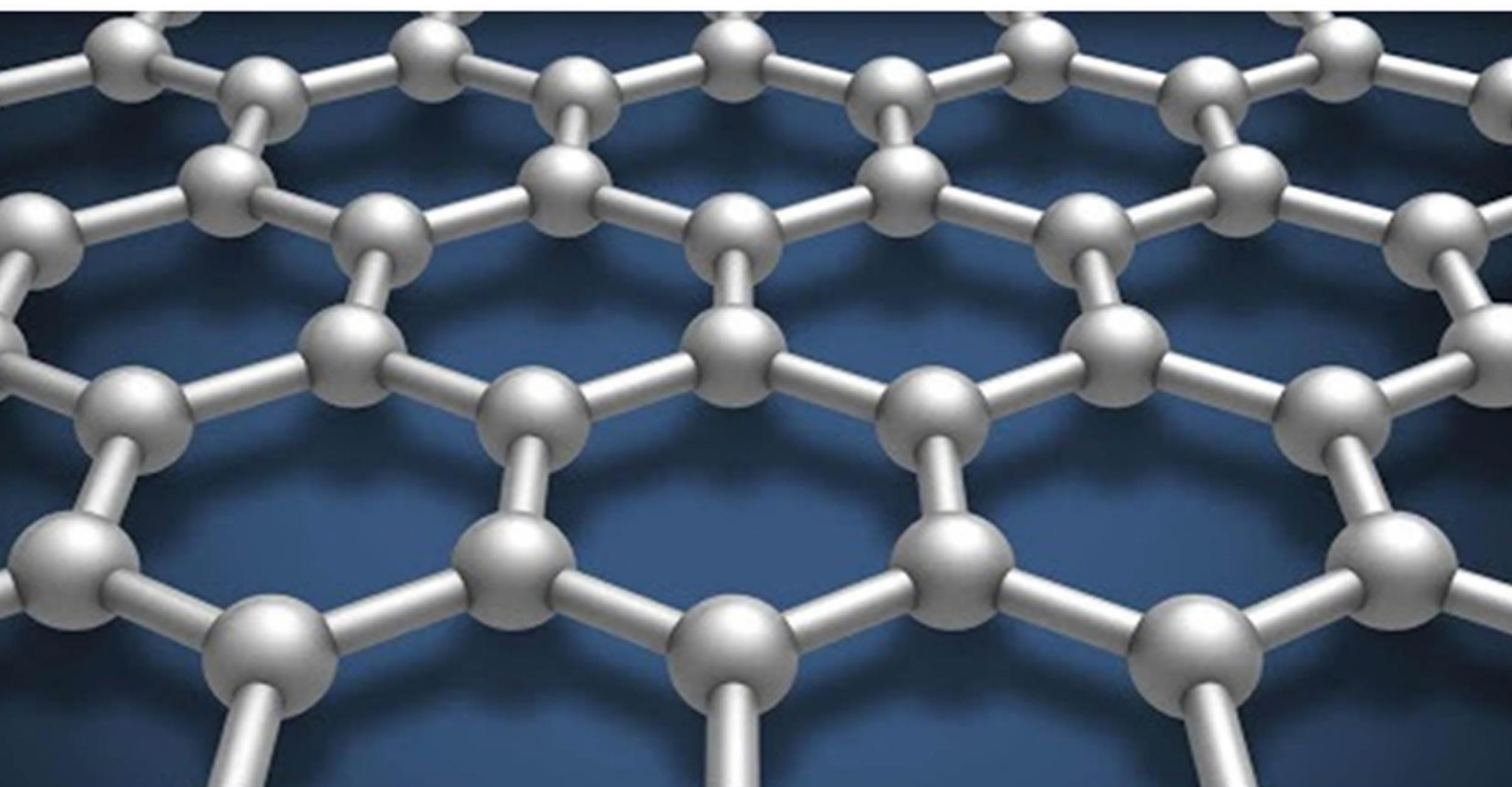


O'zbekiston

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

УДК 661.526

# ELOSTOMER KOMPOZITLAR ISHLAB CHIQAIRISHDA VULKANIZATSIYA VAQTINI OPTIMALLASHTIRISHNING MATEMATIK MODELINI HISOBLASH

T.A. Avezov, M.A. Ismoilov

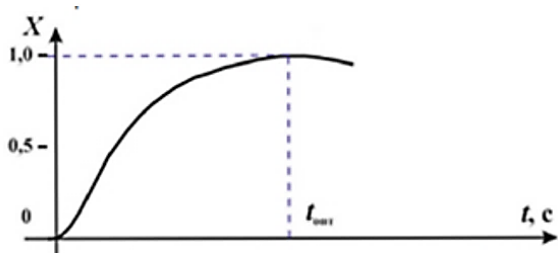
**Kirish.** Hozirgi kunda Ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlarni intellektual tizim asosida boshqarish sohada yangicha yo'nalish ochib berdi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish tizimlarida inson intellekti vazifasida dasturlarning qo'llanilishi intellektual boshqarish tizimlarining shakllanishiga sabab bo'ldi [1]

Vulkanizatsiya rejimlarini optimallashtirish va boshqarishda masalalarini yechish uchun elastomerlarni murakkab strukturaviy komplekslarini hamda tuzilishi va jarayonlarni borishi haqida ma'lumotga ega bo'lish kerak.

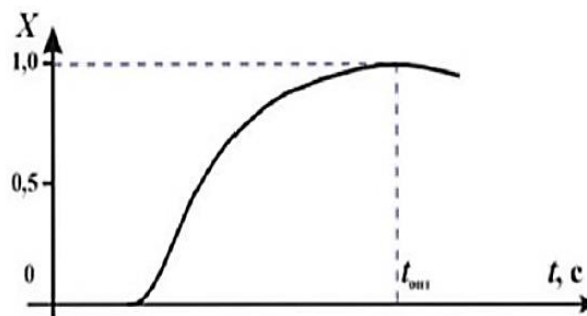
## Tadqiqot obyektlari va usullari

Elastomer kompozitlar ishlab chiqarishda vulkanizatsiya vaqtini optimallashtirishda, kinetik egri chiziqlar yuqori qiymatga erishish uchun yetarlicha vaqt talab qilinadi. Kauchuk past issiqlik o'tkazuvchanligiga va mahsulotning qalinligiga qarab har xil bo'lgan harorat taqsimotiga ega bo'lganligi sababli, kauchikning hajmi bo'yicha isitilishi bir xil bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun namunadagi kauchuklarda, isitish qiyin bo'lgan zonalarga qaraganda, sirtga yaqin joylashgan nuqtalarda reaksiya tezroq davom etadi. Shunday qilib, har xil turdagi namunaning qalinligiga qarab turli bo'limlarida optimal vulkanizatsiyaga erishish vaqti har xil bo'ladi. (1-2 rasmlarda) [2-3] Shu sababli butun mahsulotga nisbatan optimal vulkanizatsiya vaqtining mezonini aniqlash zarur hisoblanadi. Yuqoridagi parametrlarni hisobga olgan holda, optimal vaqt uchun mezon sifatida vulkanizatsiyaning maksimal darajasiga erishilganda vulkanizatsiya vaqti sifatida qabul qilinadi. 3-rasmda keltirilgan ko'rib chiqilayotgan holatda, bunday nuqta mahsulotning o'rtasida isitish elementlaridan L/2 masofada joylashgan nuqta bo'ladi.

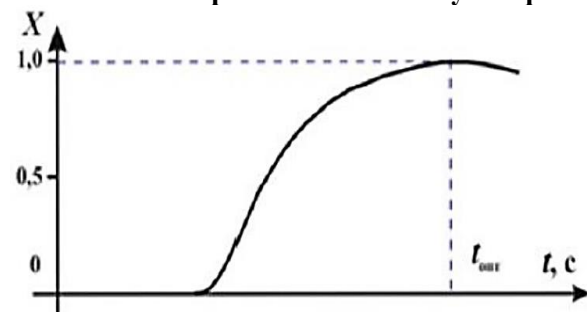
1.1-1.2-1.3 rasmlarda L-mahsulotning qalinligi m X – vulkanizatsiya darajasi shartli birlik



1-rasm. Isitish elementi yaqinidagi optimal vulkanizatsiya vaqti



2- rasm. Isitish elementining L/4 masofasida optimal vulkanizatsiya vaqti



3- rasm. Isitish elementining L/2 masofasida optimal vulkanizatsiya vaqti

Vulkanizatsiya jarayonini raqamli modellashtirish bir-biriga o'zaro bog'liq ikki xil topshiriqni yechishni o'z ichiga oladi. Birinchi topshiriq mahsulotdagi harorat qalinligini aniqlash, Ikkinchi topshiriq vulkanizatsiya darajasini hisoblash.

Harorat maydonini hisoblash usuli matematik modelga (1), [4], berilgan boshlang'ich va chegaraviy shartlar uchun (2) - (3) asoslangan:

$$G(T) \cdot \frac{\partial T(l,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial l} \left\{ \varphi(T) \cdot \frac{\delta T(l,t)}{\partial l} \right\} + q(l,t);$$

$$l \in [0, L], t \in [0, t_k] \quad (1)$$

$$T(l, 0) = T_0(l); l \in [0, L] \quad (2)$$

$$T(0, t) = T_v(t), T(L, t) = T_i(t); t \in [0, t_k] \quad (3)$$

$q(l, t)$  – issiqlikdagi zichligi nuqtasi  $l \in [0, L]$ , o'sha vaqtdagi  $t \in [0, t_k]$ ;

$$q(l, t) = q_0 \cdot m_s \cdot \frac{\partial X(l,t)}{\partial t}; l \in [0, L] \quad t \in [0, t_k] \quad (4)$$

$q_0$  – issiqlik chiqarish koeffitsienti

$X(l, t)$  – shu nuqtada vulkanizatsiya jarayonining tugallanish darajasi

$l \in [0, L]$  shu vaqtda  $t \in [0, t_k]$ ;

$m_s$  – aralashmadagi oltingugurtning massa ulushi va kauchukning tarkibi;

Yuqori va quyi chegaralardagi harorat quyidagi shart bilan beriladi:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_v(t) = T_i(t) = \\ k_i \cdot t + T_0 \text{ u holda } t \leq t_i, \\ T_{vulq} \text{ u holda } t_i \leq t \leq t_{vulq} \\ T_{vulq} - k_{mst} \cdot t \text{ u holda } t \geq t_{vulq} \end{array} \right\} \quad (5)$$

Bu yerda  $k_i$ , –isitish tezligi;  $t_i$ , –isitish vaqti;  $T_{vulq}$  –vulkanizatsiya temperaturasi;  $t_{vulq}$  –vulkanizatsiya vaqti;  $k_{mst}$  –mahsulot sovutish tezligi.

$X(l, t)$  –qiymati  $q(l, t)$  –issiqlik chiqarish zichligi ifodasida mavjud bo'lib, vulkanizatsiya jarayonning tugallanish darajasini tavsiflaydi.

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1(0) = \xi \cdot [S_8] \cdot [A_c] \cdot [Akt]^\theta \cdot [y_8(0)]^\eta; \\ y_2(0) = y_3(0) = y_4(0) = y_5(0) = y_6(0) = y_7(0) = 0; \\ y_8(0) = R^\eta; \end{array} \right. \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1(t, y) = -k_1 \cdot y_1 - k_4 \cdot y_1 \cdot y_3; \\ f_2(t, y) = k_1 \cdot y_1 - k_2 \cdot y_2 + \beta \cdot k_4 \cdot y_1 \cdot y_3 + k_9 \cdot y_7; \\ f_3(t, y) = k_2 \cdot y_2 - (k_3 + k_5 + k_7) \cdot y_3 + k_6 \cdot y_5 - k_4 \cdot y_1 \cdot y_3; \\ f_4(t, y) = \alpha \cdot k_3 \cdot y_3; \\ f_5(t, y) = \gamma \cdot k_5 \cdot y_2 - k_6 \cdot y_5; \\ f_6(t, y) = \delta \cdot k_7 \cdot y_3; \\ f_7(t, y) = k_8 \cdot y_8 - k_9 \cdot y_7; \\ f_8(t, y) = -k_8 \cdot y_8; \end{array} \right. \quad (8)$$

(6) tenglamalar tizimi to'rtinchi tartibli Runge-Kutta usuli bilan echiladi. Olingan tajribalar asosida kimyoviy reaksiyalar natijasida boshlang'ich polimer matritsasining elementlari va uning reaksiyasi mahsulotlarida struktura sodir bo'ladi. Vulkanizatsiya darajasi nisbiylik sifatida aniqlanadi, vulkanizatsiya tugunlarining konsentratsiyasining vaqt funksiyasi sifatida o'zaro bog'lanishning maksimal zichligiga qarab olinadi. Vulkanizatsiya darajasi vulkanizatsiya tugunlari konsentratsiyasining maksimal zichligida o'zaro to'qilishiga asoslanib aniqlanadi, uning vaqt funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$X(l, t) = \frac{y_4(t) + y_5(t)}{y_{max}},$$

$$y_{max} = \max[y_4(t) + y_5(t)]. \quad (9)$$

(1) tenglamaning o'ng tomonida  $q(l, t)$  qiymatlaridan iborat, bu esa (4) tenglamadan  $X(l, t)$  yordamida aniqlanadi, bundan ko'rinib turibiki (9) tenglama yordamida (4) tenglama yechimini aniqlash mumkin o'z navbatida, o'zgaras tezlik ko'rsatkichi harortga bog'liq shunday qilib jarayon kinetikasi issiqlik o'tkazuvchanligi ko'rsatkichi va hisoblash masalasini qiymatlari (1)- (5) va (6) tenglamalar yordamida Iteratsiya usulida tog'ridan to'g'ri yechish mumkin.

Jarayonning tugallanish darajasi vulkanizatsiya tugunlari konsentratsiyasining uning maksimal qiymatiga nisbati sifatida belgilanishi mumkin.

Hisoblash algoritmi bajarilganidan keyin quyidagi tenglamani olamiz

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy(t)}{dx} = f(t, y); \\ y(0) = y_0. \end{array} \right. \quad (6)$$

-Dastlabki yaqinlashish sifatida (1)  $X(l, t) = X^0(l, t) = 0$  tenglamaning to'g'ridan-to'g'ri masalasini yechish algoritmi yordamida hisoblangan issiqlik o'tkazuvchanligi, harorat  $T(l, t)$  da  $X(l, t) = X^0(l, t)$  bo'lganda  $T^0(l, t) = T(l, t)$  deb qabul qilinadi;

-  $T^0(l, t)$  qiymatini reaksiya tezliklari konstantasi formulasiga qo'yib (6) kinetika tenglamalar tizimini yechish orqali  $X^1(l, t)$  qiymati aniqlanadi.

-  $X(l, t) = X^1(l, t)$  bo'lganda  $T^1(l, t)$  qiymati aniqlanadi va h.k

Natijada,  $m=0, 1, 2, 3, \dots$  bo'lganda,  $X^m(l, t)$ ,  $T^m(l, t)$  funksiyalarning taxminiy hisoblari iteratsion jarayonlarining ketma-ketligi aniqlanadi.

Parametrlar  $k_i$ ;  $t_i$ ;  $T_{vulq}$ ;  $t_{vulq}$ ;  $k_{mst}$ , vulkanizatsiya jarayoni texnologik rejimni aniqlanadi. Optimal jarayon rejimi deb tushuniladi. Vulkanizatsiya davomiyligining qiymati, bunda vulkanizatsiya darajasi deb ataladi. Mahsulotning "sovuq" nuqtasi ( $l=L/2$ ) belgilangan qiymatga etadi. Qiymat tenglamaning yechimidan aniqlanadi: (1)-(3) sistemaning barqaror yechimini olish uchun shartdan kelib chiqqan holda vaqt va fazoviy koordinata bo'yicha diskretlanish oralig'i tanlanadi.

Dasturiy ta'minot MATLAB dasturida amalga oshiriladi. Dastlabki bosqichda, dastlabki ma'lumotlarni kiritish uchun, buning uchun

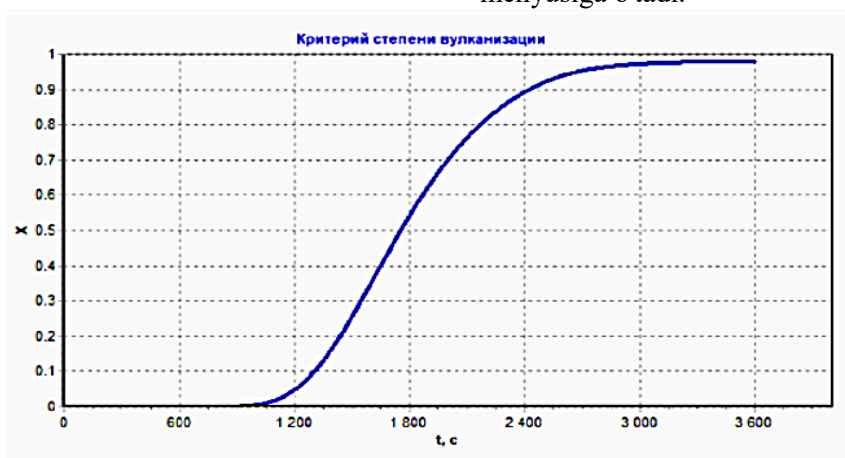
"Optimal rejimni hisoblash" menyu bandini ochishingiz kerak. Foydalanuvchining monitor ekranida oyna paydo bo'ladi (4-rasm), unda konstantalarning qiymatlari haqidagi ma'lumotlar mavjud. vulkanizatsiya jarayonining reaksiyalari

va termofizik parametrlari. Shuningdek, ushbu oynada ko'rsatiladi: namunaning "sovuq" nuqtasida vulkanizatsiya darajasining belgilangan qiymati va jarayonning davomiyligi.

4-rasm. Ma'lumotlar bazasi dasturiy oynasi

Taqdim etilgan ma'lumotlar foydalanuvchi tomonidan sozlanishi mumkin.

Belgilangan parametrlarning qiymatlarini tasdiqlaganingizdan so'ng, foydalanuvchi "Charts" menyusiga o'tadi.



5-rasm. Vaqt bo'yicha vulkanizatsiya darajasining o'zgarishi grafigi

Tegishli oynada (5-rasm) hisoblangan sinov mahsulotining "sovuq" nuqtasida vulkanizatsiya darajasining belgilangan qiymatiga erishish uchun zarur bo'lgan vaqtning qiymati. Vulkanizatsiya darajasining vaqtga bog'liqligi grafiklari ekranda ham namunaning chegaralarida, ham mahsulotning markazida ko'rsatilishi mumkin. Ishlab chiqilgan dasturiy mahsulot faollashtirish orqali natijalarni ishchi faylda saqlash imkonini beradi "Fayl" menyu bandining "Saqlash" kichik bandi.

Shaklda. (4-5)-rasmlar namunaviy misolni amalga oshirishni ko'rsatadi, bu erda namunaning

"sovuq" nuqtasida (0,98) vulkanizatsiya darajasining ma'lum bir qiymati uchun optimal vulkanizatsiya vaqtining hisoblangan qiymati 2354 sekund (39,2 daqiqa) bo'lgan. Ko'ra, vulkanizatsiya vaqtining apriori qiymati texnologik jarayonni tartibga solish 45 daqiqa davom etdi.

Hisoblash natijalari vulkanizatsiya jarayonini 5 daqiqa oldin yakunlash mumkin degan xulosaga kelishimizga imkon beradi. Bu energiyani tejash va yaxshilash imkonini beradi unumdorligi 10% ga.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>N.I. Boyjanov, Q.P. Serkayev.</b> Yog'-moy sanoati uchun bentonit va opokasimon gillar kompozitsiyasidagi adsorbent olish .....                                                                                                                                                            | 76  |
| <b>Б.Б. Полатов, В.М. Мелиев.</b> Обеспечение прочности сцепления покрытия с основным металлом при газопламенном напылении .....                                                                                                                                                              | 80  |
| <b>И.М. Махмудов, Р.И. Адилов, М.Г. Алимухамедов.</b> Разработка технологии получения внутреннего слоя трехслойных композитных панелей на основе полиэтилена производства Шуртанского газохимического комплекса .....                                                                         | 83  |
| <b>J.F. Ismatov, A.I. Abdullayev.</b> Qishloq xo'jaligi mashinalarida yoqilg'i jihozlarining yeyilgan plunjer juftlarni tiklash va mustahkamlashning texnologik usullari .....                                                                                                                | 86  |
| <b>М.М. Абралов.</b> Особенности термической обработки плавящего флюса ФЦ-18М в стационарных электрических печах .....                                                                                                                                                                        | 89  |
| <b>B.T. Berdiyarov, S.T. Matkarimov, Sh.A. Mukhametdzhanova, S.K. Nosirkhodjaev, J.B. Ismoilov., K.T. Ochildiev, U.A. Akramov, H.I. Choriev, F.B. Toxtamurodov.</b> Development of technology for reducing ferrites and zinc silicates when ringing zinc concentrates in roast furnaces ..... | 92  |
| <b>Ш.Н. Турахужаева.</b> Технология снижения содержания неметаллических включений при плавке алюминиевых сплавов .....                                                                                                                                                                        | 96  |
| <b>Sh.N. Turakhujaeva, A.N. To'rayev.</b> Development of a protective flux composition for melting aluminum alloy .....                                                                                                                                                                       | 98  |
| <b>4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов</b>                                                                                                                                                                                              |     |
| <b>М.Н. Жабборов, А.А. Абдиназаров, С.Ш. Хабибуллаев, Х.Ю. Рахимов.</b> Конларда оқава ва қатлам сувларини тозалаш усуларининг таҳлили .....                                                                                                                                                  | 101 |
| <b>А.А. Максудова, К.М. Адылова, Ф.Б. Игитов, М.М. Ниязова.</b> Исследование процессов доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов .....                                                                                                                                                  | 104 |
| <b>Г. Рахманбердиев, М.И. Киямова, О.Х. Абдуллаев, А.Ш. Хусенов.</b> Инулин, карбоксиметилинулиннинг молекуляр тузилиши ва фиброинни структурлашини ўрганиш .....                                                                                                                             | 106 |
| <b>Ш.И. Умаров.</b> Переработка растворов обогащения мытого обожженного фосконцентрата центральных кызылкумов азотной кислотой .....                                                                                                                                                          | 110 |
| <b>Д.Х. Хамдамов, К.Г. Абдурахимов, С.А. Дехканбаева, Т.О. Камолов, Э.И. Турапов.</b> Выбор флотореагента и разработка оптимальных условий процесса извлечения «недожог»а из ТЭС .....                                                                                                        | 113 |
| <b>Б.И. Толибов, С.М. Юлдошев, М.С. Ахмедов.</b> Металлургическая переработка и очистка медных шлаков .....                                                                                                                                                                                   | 116 |
| <b>Ш.Т. Адизова, М.Р. Амонов, Н.Р. Очилова.</b> Бентонитларни термик ва кимёвий фаоллаштириш орқали сорбцион хоссаларини ўзгариши .....                                                                                                                                                       | 120 |
| <b>Д.К. Мусаева.</b> Совершенствование системы санитарно-гигиенической безопасности на открытой территории при проведении изоляционных работ в предприятиях .....                                                                                                                             | 123 |
| <b>А.Х. Панжиев, Р. Зияев, А. Алланов.</b> Описание принципиальной технологической схемы получения цианамида кальция бескарбидным методом .....                                                                                                                                               | 126 |
| <b>Н.Х. Махмудова.</b> Добавки повышающие активность цемента и прочность бетонных изделий .....                                                                                                                                                                                               | 129 |
| <b>Р.Ф. Рашидов, А.А. Тургунов.</b> Методы схватывания частиц пыли регулярными всасывающими потоками воздушных масс для обеспечения экологическую безопасность в производстве .....                                                                                                           | 133 |
| <b>З.А. Сманова, Б.Р. Норматов, У.Г. Ахмаджонов, З.З. Яхшиева, У.А. Мадатов.</b> Висмут учун аналитик реагент .....                                                                                                                                                                           | 135 |
| <b>T.A. Avezov, M.A. Ismoilov.</b> Elastomer kompozitlar ishlab chiqarsihda vulkanizatsiya vaqtini optimallashtirishning matematik modelini hisoblash .....                                                                                                                                   | 138 |
| <b>М.Б. Холбоева, З.А. Сманова, Ў.А. Мадатов, М.Р. Ўралова, А.А. Ашурова.</b> Темир(III) ионини сорбцион-спектрофотометрик аниқлаш .....                                                                                                                                                      | 141 |
| <b>Д.И. Алимджанова, Ш.М. Абдусатторов, А.У. Тухтамушова.</b> Повышение эффективности использования угольного топлива в производстве керамического кирпича .....                                                                                                                              | 144 |
| <b>N.M. Saidmaxamadov, K.X. Abdullayev, N.X. Tadjiev, I.T. To'xtaboyev, M.N. G'aybullayev.</b> Elektr yoy pechining kimyoviy reaksiyalarini va issiqlik effektini tahlil qilish .....                                                                                                         | 148 |
| <b>5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов</b>                                                                                                                                                                                                              |     |
| <b>O.V. Tuyboyov, A.N. Bozorov, A.A. Ismatov, N.F. Raxmonova.</b> Fatigue behavior and structural integrity of lathe beds constructed from ultra-high-performance concrete (UHP) .....                                                                                                        | 151 |
| <b>О.Ю. Исмаилов, А.М. Хурмамов, Д.Н. Исаматова, Р.А. Юсупов, М.Ж. Балтабаева.</b> Интенсификации теплоотдачи путём улучшения гидродинамики теплоносителя в трубчатом аппарате .....                                                                                                          | 155 |
| <b>O.V. Tuyboyov, A.N. Bozorov, A.A. Ismatov, M.I. Dadayev.</b> Housing parts and beds of machine tools casted from ultra high-performance concrete .....                                                                                                                                     | 158 |
| <b>М.Ш. Тоиров, Б.Т. Мардонов, К.А. Каримов.</b> Эксплуатационные характеристики и область использования износостойких композитных покрытий для режущих инструментов .....                                                                                                                    | 163 |