

3. Будников П.П., Гинстлинг А.М. Реакции в смесях твердых веществ: Монография // Москва: Стройиздат, 1971. – 487 с. (книги)
4. Hino M., Higuchi K., Nagasaka T. and Ban-ya S. Thermodynamic Estimation on the Reduction Behavior of Iron-Chromium Ore with Carbon // Metallurgical and Materials Transactions B, 1998, vol. 29B, pp. 351-360. (статья журнала)
5. Чернобровин В.П., Пашкеев И.Ю., Михайлов Г.Г., Лыкасов А.А., Сенин А.В., Толканов О.А. Теоретические основы процессов производства углеродистого феррохрома из уральских руд: Монография // Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 346 с. (книги)
6. Hino M., Higuchi K., Nagasaka T. and Ban-ya S. Phase Equilibria and Activities of the Constituents in $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ - $\text{MgO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ Spinel Solid Solution Saturated with Cr_2O_3 // Iron Steel Inst. Jpn. Int., 1994, vol. 34, pp. 739-45. (статья журнала)
7. Hino M., Higuchi K., Nagasaka T. and Ban-ya S. Phase Equilibria and Thermodynamics of $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ - $\text{MgO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ - $\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ Spinel Structure Solid Solution Saturated with $(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_3$ // Iron Steel Inst. Jpn. Int., 1995, vol. 35, pp. 851-858. (статья журнала)

ҒТАМР 61.35.01

АСФАЛЬТ ДАЙЫНДАУ КЕЗІНДЕ АЛЮМОСИЛИКАТТЫ ҚОЛДАНУДЫ ЗЕРТТЕУ

З.Т. АНУАРБЕКОВА, А.М. ДОСТАЕВА, Д.Ғ. ШОМЫТОВА

Қарағанды Мемлекеттік Техникалық Университеті, Қарағанды, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада асфальт-бетон төсемдерінің құрылысы үшін шөгінді қабатты алюмосиликат жыныстарының минералды ұнтақтарынан тұратын асфальт-тұтқырды зерттеу қарастырылған. Алюмосиликат шикізаттарының негізінде түрлендірілген және түрлендірілмеген минералды ұнтақтарды пайдаланып, асфальт-тұтқырдың ұтымды құрамы жасалды. Асфальт-тұтқырды шығару үшін шөгінді қабатты алюмосиликат жыныстарынан модифициланған минералды ұнтақтарды өндіру технологиясы ұсынылған.

Түйін сөздер: алюмосиликат, асфальт, қоспа, битум, асфальт-тұтқыр, массивті материал.

Аннотация. В данной статье представлены исследования асфальтовяжущих с применением порошков из алюмосиликатных пород осадочной толщи для строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Разработаны составы асфальтовяжущего с применением модифицированных и немодифицированных минеральных порошков на основе алюмосиликатного сырья. Предложена технология производства модифицированных минеральных порошков из алюмосиликатных пород осадочной толщи для получения асфальтовяжущих.

Ключевые слова: алюмосиликат, асфальт, смесь, битум, асфальтовяжущий, массивный материал.

Abstract. This article presents a study of asphalt binders with the use of mineral powders of aluminosilicate rocks of sedimentary strata for the construction of asphalt concrete pavement surfaces. Rational compositions of asphalt binder with the use of modified and unmodified mineral powders based on aluminosilicate raw materials have been

developed. The technology of production of modified mineral powders from aluminosilicate rocks of sedimentary strata for obtaining asphalt binders is proposed.

Key words: aluminosilicate, asphalt, mixture, bitumen, asphalt binders, massive material.

Қазіргі уақытта жолдардың ең көп таралған материалы асфальт-бетон болып қалуда, оның сапасы көбінесе асфальт-тұтқырдың құрылымдық-механикалық сипаттамасымен анықталады. Оның ең маңызды құрамдас бөлігі - минералды ұнтақтар болып табылады. Мұндай минералды ұнтақтарды алу үшін құрамында корбонаты бар жыныстар пайдаланылады.

Асфальт-бетон ұтымды таңдап алынған минералды материалдар (қиыршық тас, құм, минералды ұнтақ) мен битумды қоса қызған күйінде араластырғыштарда дайындалған, асфальтбетонды қоспа қатаюдан кейін алынған жасанды құрылыс материалы деп аталады [1].

Минералды материалдарды біріктірген кезде күрделі физика-химиялық процесс жүреді. Бұл процестің сипаты құраушылардың қасиеті мен ерекшеліктеріне байланысты. Асфальт-бетон құрамындағы тұтқыр битум емес, асфальттық тұтқыр зат екені дәлелденді, яғни минералды ұнтақпен толған, асфальттық қоспа болатын битум болып табылады. Асфальт-тұтқыр тас қаңқаның бөлшектерін өзара қаптайды және желімдейді [2].

Құраушы материалдарды таңдау және оған техникалық талаптар құрылымды қалыптастырудағы компоненттердің рөліне және асфальт-бетонның қасиеті мен оның жол конструкциясындағы міндетіне шартталған [3].

Шөгінді қабатты алюмосиликат жыныстары жататын кең таралған шикізат түрлерін пайдалану арқылы асфальт-тұтқырдың толтырғыштарының өндірісі үшін шикізат материалдарының номенклатурасын арттыру өзекті болып табылады. Берілген материалдарды қолдану арқылы органоминералды композициялардың тиімділігін арттыру дәстүрді емес тау жыныстарының жыныс түзуші минералдарын модификациялау арқылы мүмкін [4].

Бұл жұмыстың мақсаты – автомобильді жолдардың асфальт-бетон төсемдерінің құрылысы үшін шөгінді қабатты алюмосиликат жыныстарының минералды ұнтақтарынан тұратын асфальт-тұтқырды зерттеу.

Бүгінгі таңда кез-келген елдің экономикасының даму деңгейі ішкі инфрақұрылымның жағдайына және көлік желісінің дамуына тікелей байланысты. Қазіргі уақытта жолдардың ұзындығы мен сапасы мемлекеттің қажеттіліктерін толығымен қанағаттандырмайды, бұл жол құрылыс материалдарының шектеулі шикізат базасымен және жол саласын қаржыландырудың жеткіліксіздігімен түсіндіріледі [5].

Құрылыс жұмыстарының едәуір өсуіне байланыста қазіргі уақытта жүйе қалыптасты. Бұл жүйе бойынша жаңа материалдар мен технологиялар қолданылып қана қоймайды, сонымен қатар олардың істейтін жұмысы мен материал сапасының артуы бір уақытта жүреді. Сонымен қатар, инновациялық жол-құрылыс материалдарын қолдану арқылы жолдардың сапасын жақсарту бойынша жұмыс бағыттарының ішінде түбегейлі жаңа материалдарды өңдеуге және қолданыстағы материалдарды жақсартуға, сондай-ақ озық ғылыми бағыттарды дамытуға бағытталған ғылыми-зерттеу жұмыстарының көлемінің өсуі байқалады. Осы бағытта зерттеулер жүргізу - ел ғалымдарының алдында тұрған маңызды міндеттердің бірі, бұл таңдалған тақырыптың өзектілігін тағы бір мәрте растайды [6].

Негізінен, жолдың сапасы климаттық жағдайларға байланысты. Қазақстанның күрт континенталды климатында, барлық дерлік аймақтарда қыста минус 40-45 градустан жазда 45 градусқа дейін айырмашылықтар бар. Көктемде және күзде жарты күн ішінде температура минус 10 градус пен плюс 10-ға дейін өзгеруінің маңызы аз емес. Сондықтан біздің жолдарды Еуропамен салыстыру дұрыс емес [7].

Өз кезегінде, қажетті құрылыс материалдарына сұраныстың артуы кезінде, табиғи жағдайда пайдалануға болатын жоғары сапалы шикізаттың дәлелденген қорлары тұрақты түрде төмендеуде. Осындай жағдайда дәстүрлі шикізаттың орнына, бәсекеге қабілетті, балама шикізатты іздеу қажеттілігі туады. Бұл мәселені шешу табиғи және техногендік түзілімдердің барлық түрлерін, оның ішінде нормативтік құжаттардың талаптарына сай келмейтін өнеркәсіптік қалдықтарды түрлендірудің әртүрлі әдістерін қолдану арқылы жоғары сапалы өнім алу үшін пайдалану болып табылады [7].

Битум-минералды композициялар толтырғыштарын алу мүмкіндігі Ақтас ауылының солтүстігінде орналасқан Ақ Глинище кен орнынан алюмосиликатты жыныстардың мысалымен зерттелді. Алынған сынамалар негізінен сазды түзілімдер болып табылады (№1, 2 үлгілері) (1 кесте).

Рентгендік-фазалық анализге сәйкес алынған сынамалар ұқсас минералды құрамға ие, оның құрамына кварц, саз минералдары, слюда және дала шпаттары кіреді.

Минералды және химиялық құрамға сүйене отырып, барлық үлгілер Al_2O_3/SiO_2 сандық қатынасы бойынша ерекшеленеді және құрамында глинозем мөлшері жоғары.

Қолданылатын шикізаттың ерекшелігінен және қасиеттерінің зерттелуінен оның қолдану саласы мен синтезделген құрылыс материалдарындағы жағымды қасиеттерінің сұраныс деңгейі байланысты екені бұрыннан белгілі. Микроскопиялық зерттеулерді қолдану механикалық, физикалық және химиялық сипаттамаларды зерттеу бойынша бұрын алынған нәтижелерді растауға ғана емес, сонымен бірге зерттеліп отырған объектінің жаңа

көкжиектерін көруге мүмкіндік беретін бұрын белгісіз фактілерді табуға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста техногендік шикізаттың жол-құрылыс материалдарының құрамдас бөлігі ретінде пайдалану тұрғысынан олардың құрылымдық ерекшеліктеріне талдау жасалынған. Ол шикізат аппараттық-бағдарламалық кешенде алынған. Ол кешен Қарағанды мемлекеттік техникалық университетіндегі ИЛИП зертханасында орналасқан жеке компьютермен біріктірілген Tescan Vega микро-рентгендік спектрлік талдауға арналған растрлі электронды микроскоппен алынған.

Аналитикалық кешен $4 \times 500,000 \times$ үлкейту диапазонындағы материалдардың беттік құрылымын зерттеуге, жұқа тегістелген құрылымының көлемді бейнесін алуға және металдар мен қорытпалардың сынықтарын зерттеуге, бөлшектердің мөлшерін анықтауға, материалдардың сыну себептерін анықтауға, әртүрлі материалдардың беріктігі мен сипаттамаларын болжауға арналған.

Техникалық сипаттама:

Рұқсаттылығы 3.0нм (30 кВ);

Үлкейту 12х-ден 1 000 000х дейін;

Үлгі камерасының диаметрі 230 мм.

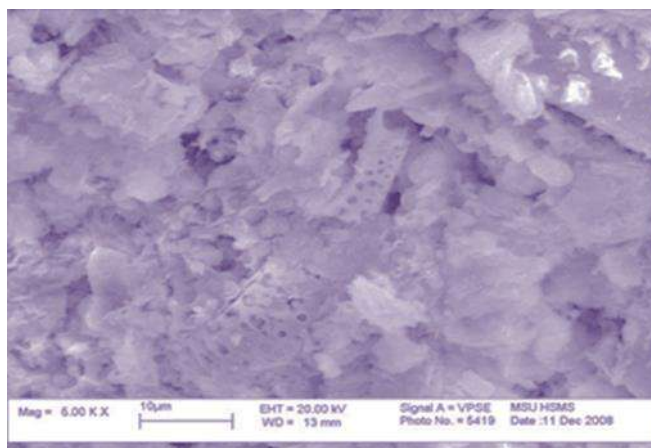
Кесте 1. Пайдаланылатын алюиносиликатты тау жыныстарының негізгі қасиеттері

| Көрсеткіштері | Үлгі | |
|--|---|----------------------|
| | №1 | №2 |
| Нақты тығыздық, кг / м3 | 2560 | 2580 |
| Ұсату бойынша белгісі | 600 | - |
| Гигроскопиялық ылғалдылық, % | 0,60 | 1,89 |
| Илімділік нөмірі | - | 9,4 |
| Сулы сығындысының рН | 9,62 | 8,12 |
| Үлгі атауы | қиыршық тас | жеңіл шаңды саздауыт |
| Al ₂ O ₃ /SiO ₂ сандық қатынасы | Жоғары қатынасты | |
| | 0,34 | 0,25 |
| Топтарды шартты белгілеу | Al ₂ O ₃ /SiO ₂ =0,25-0,34 | |
| | сазды құрамды | |

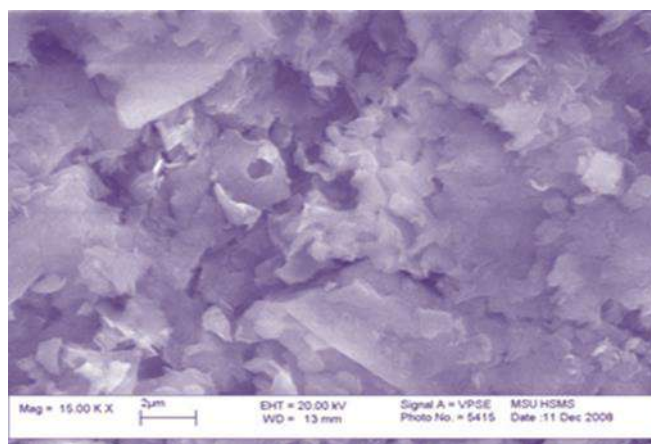
Тау жыныстарының әр түрлі болуы химиялық және минералогиялық құрамдардың айырмашылығына әкеледі. Полимералдылыққа және генетикалық сипаттамаларға байланысты қалдықтар микроқұрылымда, құрылымдық байланыстардың түрлерінде және

сипаттамаларында үлкен әртүрлілікпен сипатталады, бұл электронды растрлі микроскопия арқылы расталады.

Опокалық саз – бұл негізінен саз минералдарынан, кварцтан тұрады, полидисперсті, полиминералды кешенді білдіреді. Ерекше тау жынысы - саз компоненті, оның көп бөлігінде кварцтың жекелеген бөліктері, диатомды балдырлары мен басқа минералдардың қалдықтары біркелкі бөлінеді (сурет 1). Бұл жағдайда түзілген құрылым матрицалыққа жақын, ол құм мен шаңды дәндермен жанаспайтын тұрақты емес саз балшық массасының болуымен сипатталады [8]. Микрофотосуреттерде сазды зат ұсақ дисперсті үлпек пішінді жиынтық ретінде көрсетілген (сурет 1). Үлкейту кезінде (сурет 2) жұқа қабыршақты зат байқалады. Сазды материалдың жеке қабыршақтарының диаметрі 2 мкм аспайды, ал қалыңдығы 150...200 нм. Қабыршақ фрагменттерінің шеттері біркелкі емес, жыртылған, қабыршақтың өздері жиі бүктелген.



Сурет 1. Сазды компоненттің опокалық сазында жинақталуы

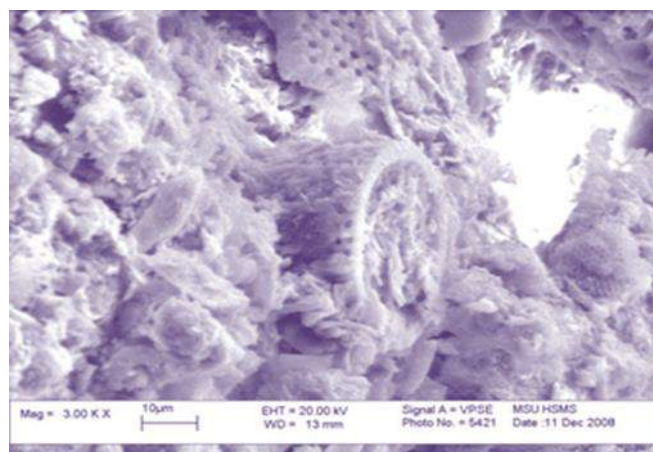


Сурет 2. Опокалық сазыдағы сазды бөлшектердің құрылымы

Мұндай түзілімдердің мөлшеріне сүйене отырып, сазды заттың бір бөлігі рентгенді-аморфты болып табылады. Белгілі болғандай, саз минералдары екі түрге бөлінеді, олардың

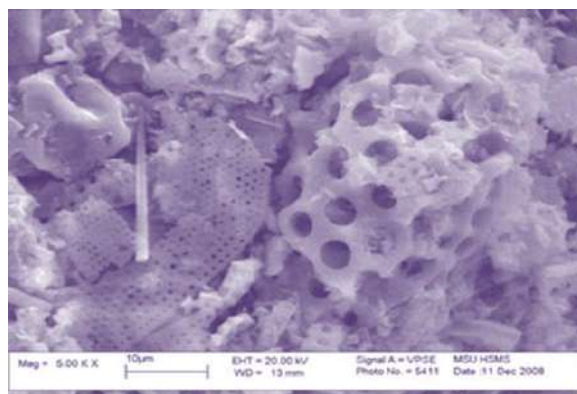
біріне рентгенді-аморфты және псевдокристалды, ал екінші кристалды минералдар. Бірінші тип тек екі топты біріктіреді. Саз минералдарының басым көпшілігі кристалды құрылымға ие [9]. Рентгенді-аморфты заттың болуы жоғары реактивті компоненттің болуын көрсетеді. Рентгендік аморфты зат минералды түзілудің аяқталмаған сатысының саз материалдарынан тұрады деп болжауға болады. Мұндай жоғары белсенді зат әк пен цемент-саз құрамындағы байланыстырғыш заттармен тез әрекет ете алады, бұл бүкіл жүйе бойынша жаңа түзілген өнімдердің біркелкі таралуына ықпал етеді, нәтижесінде пайда болған құрылыс материалдарының физика-механикалық сипаттамаларына оң әсер етеді.

Сонымен қатар, диатомды балдырлардың сынықтары өте жиі кездеседі (сурет 1, 3), олар балдырлар өлгеннен кейін қалған аморфты кремнийдің «ерекше» сауытынан болуымен ерекшеленеді [10]. Бұл қалдықтар кеуекті құрылымға ие, олардың мөлшері 2 мкм дейін.

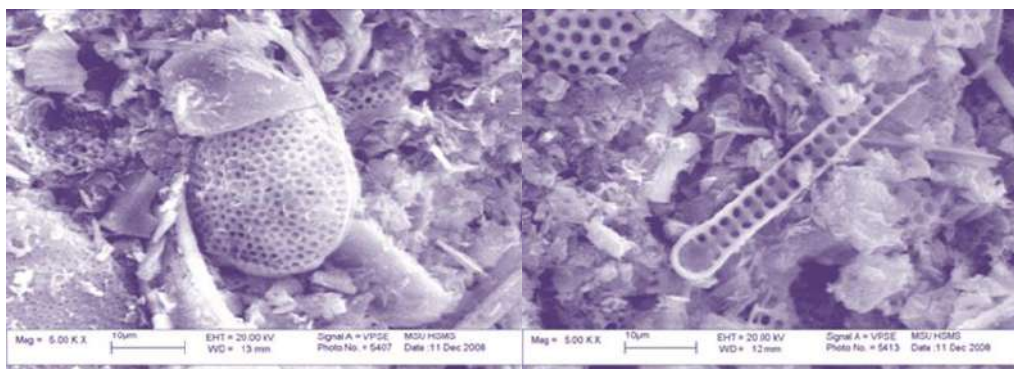


Сурет 3. Опокалық саздағы диатомдық балдырлардың сынықтары

Олар опокадағы ең үлкен үлесті алды (сурет 4). Сауыттағы тесіктер диаметрі 300 ... 400 нм-ден 4-5 мкм-ға дейінгі тұрақты изометриялық пішінге ие. Тесіктердің мөлшері өлі микроорганизмдердің жасына және түріне байланысты, олардың бүгінде саны 10 мыңнан асады. Органикалық қалдықтардың морфологиясына, олардың құрылымына сүйене отырып, зерттелген тау жыныстарында әртүрлі палеонтологиялық қалдықтардың болуы туралы айтуға болады. Диатомдар центрлік және пеннаттық болып бөлінеді [11], сауыттардың қалдықтары сынамалық үлгіде болады (сурет 5). Диатомалы центрлік балдырлар дөңгелек, эллиптикалық, үшбұрышты, төртбұрышты және көпбұрышты формасы бар белдеумен сипатталады. Ол белдеулердің құрылымдық элеменеттері радиалды, тангенциалды немесе ретсіз орналасқан, көбінесе бездері бар, жіктері әрқашан жоқ [12] (сурет 5, а). Пеннат балдырлары сауыттың екі симметриялы құрылымымен ерекшеленеді, олар негізінен белдеулердің және осьтік өрістің бисимметриялық (қауырсындық) құрылымына ие (5, б-сурет).



Сурет 4. Түрлі кеукеті диатомды балдырлардың қалдықтарының фрагменттері

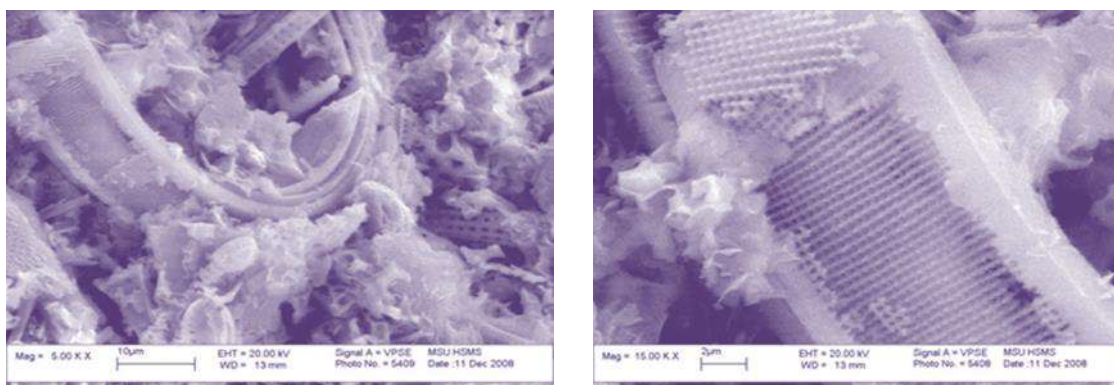


а

б

Сурет 5. Әртүрлі типтегі диатома сауыттарының қалдықтары: а - центрлік; б – пеннатты

Сонымен қатар сақталған дұрыс құрылымның сынықтары да бар: диаметрі шамамен 37–40 мкм және сақина қалыңдығы шамамен 11 мкм сақина тәрізді құрылымдар (сурет 6). Бұл түзілімдер саңылауларының диаметрі 250...400 нм болатын ұялы тәрізді құрылымға ие (6-сурет).



Сурет 6. Опокадағы «сақиналық» құрылымдар

Өлі диатомдардың сипатталған кеукеті құрылымдары гидратталған цементті, әк және композитті байланыстырғыш заттардағы жаңа түзілімдердің өсуіне жақсы негіз бола алады.

Сауыттың ұсақ дисперсті сынықтары осындай байланыстырғыштардың белсенді компоненті бола алады, реакция өнімдерінен жаңа фазалардың өсуіне, жаңа кристалдану орталықтарын құруға ықпал етеді.

Техногендік түзілімдер мәліметтерінің микроқұрылымдық сипаттамалары мен минералды құрамына сүйене отырып, әртүрлі жол-құрылыс материалдарын алу кезінде тау жыныстарының осы түрлерін қолдануға болады деген қорытынды жасауға болады. Диатомдар сауыттары, глобулярлық түзілімдер және рентген-аморфты саз компоненті түріндегі техногендік шикізаттың құрамына кіретін жоғары реакциялық зат әртүрлі байланыстырғыштардың және жол-құрылыс материалдарының компоненттерінің белсенді компоненті бола алады.

Жол құрылысында қолданылатын материалдардың сапасын жақсарту үшін битум мен асфальтбетон қоспаларына түрлі модификаторлар қосылады. Аллюмосиликатты ұнтақталған шикізатты қолдану бір уақытта үш мәселені шешеді - пайдаланылған автомобиль шиналарын экологиялық таза жолмен шығару, жол жамылғысының сапасын жақсарту және оны арзандату [7].

Шөгінді қабатты алюмосиликатты жыныстарынан жасалған механикалық және термиялық өзгертілген минералды ұнтақтарды пайдалану жоғары физикалық және механикалық сипаттамалары бар асфальтбетонды алуға мүмкіндік береді. Мұндай асфальтбетондар композиттердің жазда жоғары және қыста төмен температурада жұмыс істеуіне ықпал ететін тиісті сынақ температураларындағы жылжуға төзімділік, сыну төзімділік және сығылу беріктігі секілді қасиеттеріне ие болады [13].

Шөгінді қабатты алюмосиликат шикізатынан алынған термиялық және механикалық (атап айтқанда, құрамында көміртегі бар) түрлендірілген минералды ұнтақтарды қолдану арқылы алынған асфальтбетонның жоғары физикалық және механикалық сипаттамалары асфальт-тұтқырдың сынақ нәтижелерін растайды. Сынақ нәтижелері толтырғыштардың меншікті бетінің үлкен мәндерінің, бөлшектер бетінің морфологиясының дамуы және асфальтбетондағы белсенді адсорбциялық орталықтардың айтарлықтай концентрациясы ретінде байқалады. Шөгінді қабатты жыныстардан тұратын механикалық және термиялық өзгертілген минералды ұнтақтарды пайдалану жолдардың сапасы мен беріктігін және ұзақтылығын едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, зерттеулер көрсеткендей, шөгінді қабатты алюмосиликатты жыныстарынан тұратын өзгертілген минералды ұнтақтарды пайдалану тиімділігі жергілікті шикізатты қолдану, көлік шығындарын азайту, дисперсия кезінде энергия шығынын азайту болып табылады.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Горчаков Г.И. Строительные материалы: учеб. для вузов / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. - М.: Стройиздат, 1986. - 688 с
2. Сахаров П.В. Способы проектирования асфальтобетонных смесей / П.В. Сахаров // Транспорт и дороги города. - 2010. - №12. - С. 22-26.
3. ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. - Введ. 2009-10-21. - М.: МНТКС, 2009. - 27 с.
4. Ядыкина В.В. Органоминеральные композиты для дорожного строительства на основе модифицированных наполнителей / В.В. Ядыкина, Е.А. Лукаш // Строит, материалы. - 2009. - №11. - С. 46-48.
5. Глек Еrsaин Нурлы жол, дороги в РК / Вячеслав Батурич // Как в Казахстане строятся дороги. – Капитал: центр деловой информации, 2016.
6. Быстров Н.В. Применение инноваций в дорожно-строительном материаловедении / Н.В. Быстров, В.А. Попов // Строит, материалы. - 2014. -№10.-С. 4.
7. Адиль Урманов Резиновая крошка // Резинотехнические изделия закатают в асфальт. – Капитал: центр деловой информации, 2009.
8. Осипов, В.И. Микроструктура глинистых пород [Текст] / В.И. Осипов, В.Н. Соколов, Н.А. Румянцева. – М.: Недра, 1989. – 211 с.
9. Котельников, Д.Д. Глинистые минералы осадочных пород [Текст] / Д.Д. Котельников, А.И. Конюхов. – М.: Недра, 1986. – 247 с.
10. Диатомовые водоросли [Электронный ресурс] // Материал из Википедии. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Bacillariophyta>.
11. Водоросли диатомовые центрические [Электронный ресурс] // Энциклопедии, слова-ри, справочники / геологический словарь. – Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/AKDIL/0042/base/RV/010047.shtm>.
12. Водоросли диатомовые пеннантные [Электронный ресурс] // Энциклопедии, словари, справочники / геологический словарь. – Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/AKDIL/0042/base/RV/010047.shtm>.
13. Коротаев А.П. Повышение качества асфальтобетона за счет использования пористого минерального порошка: автореф. дис.канд. техн. наук: 05.23.05; защищена 25.12.2009 / Коротаев Александр Павлович; БГТУ им. В.Г. Шухова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. - 22 с.