

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 625.85

А.А.Абдыкалыков¹, А.Б.Курбанбаев¹, И.И.Касимов²

¹И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

²Ташкент архитектура курулуш университети, Ташкент, Ўзбекстан

¹КГТУ имени И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

²Ташкентский архитектурно строительный университет, Ташкент, Узбекистан

A.A.Abdykalykov¹, A.B.Kurbanbaev¹, I.I.Kasimov²

¹Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

²Tashkent University of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Uzbekistan

e-mail: alai.68@mail.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ И ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

ЖОЛ БИТУМУНУН КАСИЕТТЕРИНЕ ПОЛИМЕР КОШУЛМАЛАРЫНЫН КОМПЛЕКСТТИК ТААСИРЛЕРИ ЖАНА БЕТТИК-АКТИВДҮҮ СТРУКТУРАСЫНЫН ТҮЗҮЛҮШҮ

COMPLEX INFLUENCE OF SURFACE-ACTIVE STRUCTURE-FORMING AND POLYMER ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF ROAD BITUMEN

Макалада СБС «Кратон D1101» органикалык бириктиргичтери менен модификацияланган аз илешектүү битумдун адгезиялык жана когезиялык касиеттерине «СП-ОЭП» структура түзүүчү беттик-активдүү заттардын комплекстүү таасири изилденген. «СП-ОЭП» структурасын түзүүчү кошумча беттик-активдүү заттын курамынын көбөйүшү менен битум аралашмасынын адгезиялык жана когезиялык касиеттери бир топ жакшыра тургандыгы көрсөтүлгөн. Эң эффективдүү болуп СБС полимери «Кратон D1101» жана беттик-активдүү зат «СП-ОЭП» менен айкалыштырылган.

Түйүндүү сөздөр: асфальтбетон, жол жана чатыр битумунун аралашмалары, модификация, структура түзүүчү кошумчалар, полимер, беттик-активдүү заттар (беттик- активдүү заттар), когезия, адгезия.

В статье изучено комплексное влияние структурообразующих поверхностно-активных веществ (ПАВ) «СП-ОЭП» на адгезионные и когезионные свойства маловязких битумов, модифицированных органическими связующими СБС «Кратон D1101». Показано, что с повышением содержания структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» существенно улучшаются адгезионные и когезионные свойства битумной смеси. Наиболее эффективным является комплексное применение полимера СБС «Кратон D1101» и ПАВ «СП-ОЭП».

Ключевые слова: асфальтобетон, дорожные и кровельные битумные смеси, модификация, структурообразующая добавка, полимер, ПАВ (поверхностно-активные вещества) когезия, адгезия.

The article studies the complex influence of structure-forming surfactants (surfactants) "SP-OEP" on the adhesive and cohesive properties of low-viscosity bitumens modified with organic binders SBS "Kraton D1101". It has been shown that with an increase in the content of the structure-forming additive surfactant "SP-OEP", the adhesive and cohesive properties of the

bitumen mixture significantly improve. The most effective is the combined use of SBS polymer "Kraton D1101" and surfactant "SP-OEP".

Key words: asphalt concrete, road and roofing bitumens, modification, structure-forming additive, polymer, surfactants (surfactants), cohesion, adhesion.

Традиционные ПАВ (поверхностно-активные вещества), применяемые в асфальтобетонных смесях, в основном повышают водо- и морозостойкость асфальтобетонов, их эффективность связана с адгезией битума с поверхностью минеральных материалов.

В процессе адгезии происходит диффузия молекул битума через поверхность минеральных наполнителей из горных пород. Этот процесс в основном зависит от активности и условий взаимодействия компонентов битумной смеси, а также от колебания температуры и технологии перемешивания.

Модификация битумной смеси ПАВ, органическими связующими-полимерами и структурообразующими добавками позволяет повысить долговечность, устойчивость к пластическим деформациям, трещинообразованию и сдвигу асфальтобетонных покрытий. При этом эффективность применения органических связующих, ПАВ и структурообразующих добавок, зависит от оптимального выбора вида, качества и содержания добавок. Большое научно-практическое значение представляет собой изучение вопроса для модификации битумов комплексного применения полимеров и структурообразующих добавок обладающими свойствами ПАВ [1,2,10].

Было исследовано влияние на адгезионную и когезионную прочность битума БНД 200/300 из Киришского нефтеперерабатывающего завода "Россия". Характеристики согласно EN 12591:2009 близки к дорожному битуму 160/220. Пенетрация при 25°C EN 1426 0.1 мм 215, температура размягчения EN 1427 °C 38, температура хрупкости по Фраасу EN 12593 °C -23, температура вспышки EN ISO 2592 °C 229. Полимер-органическое связующее термоэластопласт типа стирол-бутадиен-стирол (СБС) марки «Кратон Д1101» - основная марка СБС для дорожных покрытий, с содержанием полистирола 31%. Блоксополимеры торговой марки Kraton Polymers признаны весьма высоким уровнем стандарта в дорожной отрасли. Структурообразующая добавка ПАВ анионного типа «СП-ОЭП» - сульфопроduct на основе вторичного сырья электродной промышленности, получаемый пиролиза каменно-угольного пека. Это – вязко-текучее вещество, растворяется в ацетоне, толуоле, содержащее в основном ароматические полициклические углеводороды (нафталин, антрацен, фенантрен), с алифатическими группами и частично гетероциклическими: азотом, серой, кислородсодержащими соединениями. Его получают сульфированием летучих продуктов пиролиза каменно-угольного пека с последующей нейтрализацией аммиаком. Поверхностно-активные вещества «СП-ОЭП» имеет молекулярную массу 210-330 а. е. м., разлагается при +260°C.

Применялись молотые порошки наполнители из природного камня, основного (известняк, мрамор) и кислого (гранит, кварц) составов.

Адгезию битума с заполнителей и наполнителей различной природы определяли согласно ГОСТ EN 13614-2013 Битумы и битуминозные вяжущие.

Определение адгезии методом погружения в воду, долевые содержания красителя определяли с помощью фотоколориметра ФЭК – 56 с точностью характеризуемой с отклонением в пределах 0,5 %.

Влияние поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП» на адгезионную прочность битумной смеси БНД 200/300 с минеральными наполнителями из природного камня различной природы показаны на рисунке 1. Из рисунка 1 видно что, влияние природы минерального наполнителя и его типа на адгезию битумной смеси, модифицированного с поверхностно-активным веществом, оказалось весьма существенным. С повышением количества добавки влияние адгезии битумной смеси к минеральным наполнителям увеличивается, однако оптимальное количества добавки целесообразно определить при подборе состава асфальтобетонной смеси. Битумная смесь с добавкой анионного ПАВ «СП-

ОЭП», по-видимому, вступает во взаимодействие с известняком с образованием химической связи [3].

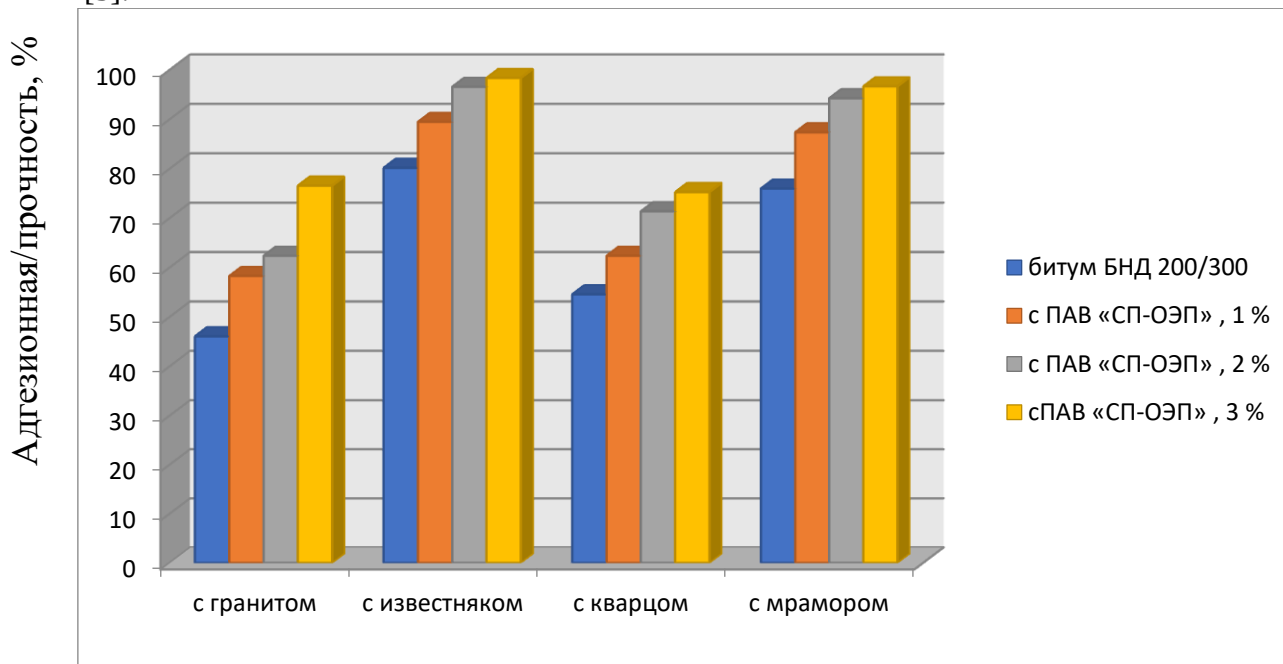


Рисунок 1 - Адгезионная прочность (сцепления) битумной смеси БНД-200/300 на стандартных образцах с наполнителями из гранита, известняка, кварца и мрамора в зависимости от содержания поверхностно-активных веществ (ПАВ) «СП-ОЭП»

Как известно, поверхность наполнителя гранита является более плотной и с меньшим содержанием пор, что мешает полному покрытию поверхности пленкой битумной смеси и влияет на уменьшении адгезии. Такая зависимость наблюдается при использовании кварцевого песка, в меньшей степени проявляется с мрамором и известняком. При использовании поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП» лучшие результаты наблюдается у основных горных пород, так как это явление так же связано с уменьшением поверхностного натяжения и краевого угла смачивания битумной смеси, модифицированного органическим связующим СБС «Кратон Д1101». Результаты проведенного исследования находятся в определенном согласии с данными [1].

Когезионную прочность изучали по нашей разработанной методике косвенно характеризующих поведение битумной смеси в естественных условиях на испытательной машине МИИ – 100. Формовались 2 образца размером 4х4х8 см из мрамора и гранита склеивали по длине битумной смесью, получая размеры 4х4х16 см. В зависимости от массы клеящего битумной смеси варьировали толщину из битумной смеси с использованием формулы:

$$\delta = \frac{m}{S \gamma_6}$$

где S - площадь склеивания; m - масса битумной смеси; γ_6 - плотность битумной смеси.

Природа поверхности каменного наполнителя из горных пород и его температура существенно влияют на когезионную прочность битумной смеси, поэтому испытания проводили на образцах асфальтобетонной смесью, относящихся к кислым (гранит) и основным (мрамор) горным породам. Применяемые минеральные наполнители в асфальтобетонных смесях различаются как по природе, так и по размерам частиц наполнителя, что предопределяет разность адгезионной и когезионной прочности. При этом немаловажную роль играет тонкий слой битумной смеси, находящийся в контактной зоне между частицами наполнителей из горных пород.

Для определения оптимального количества битумной смеси в контактной зоне испытания осуществлялись при различной толщине пленки битумной смеси, что представляет большой интерес с точки зрения экспериментально-теоретического исследования процесса структурообразования асфальтобетонных и кровельных битумных покрытий с наполнителями из горных пород. В процессе испытаний установлено увлечения когезионной прочности модифицированной битумной смесью к каменным материалам. Для обеспечения оптимальной прочности содержания поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» испытывались стандартные образцы, модифицированные с 2,0 % органическим связующим СБС «Кратон Д1101» в битумной смеси марки БНД 200/300 [4,9]. В экспериментальном исследовании нагрузки прилагались с постоянной скоростью, предельная нагрузка, при котором происходил разрыв при изгибе образца, что характеризовало когезионную прочность битумной смеси. При этом оптимальная толщины пленки из битумной смеси была от 9 до 18 мкм. С уменьшением толщины слоя модифицированной битумной смеси происходит разрушение структуры, связанное с нехваткой связующего в контактной зоне. Проведенная исследования показали, что анионактивное поверхностно-активные вещества «СП-ОЭП» оказывает существенные влияние на когезионную прочность и структурообразование вяжущего, модифицированного с 2,0 % органическим связующим СБС «Кратон Д1101».

В исследованиях использовались битумная смесь с низкой вязкостью марки БНД 200/300 с низкой когезионной прочностью, условия испытания образцов ранее были ограничены температурой 20 °С. Применение структурообразующих поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» значительно повышает вязкость битумной смеси, что даёт возможность проводить дальнейшего исследования образцов из битумной смеси при температуре 50 °С.

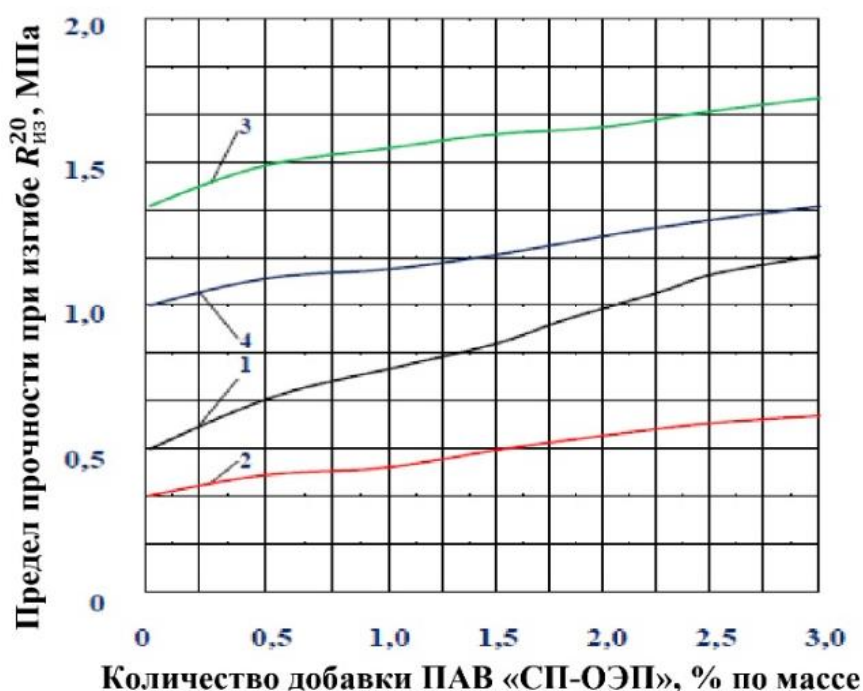


Рисунок 2 - Показатель когезионной прочности битумов БНД 200/300 при температуре 20°С на образцах из 1- мрамора, 2-гранита и с 2.0% полимером СБС “Кратон Д1101” 3 – мрамора, 4 – гранита, от содержания добавки ПАВ “СП-ОЭП”.

Результаты (Рисунок 2) испытаний показывают существенное увлечение когезионной прочности с использованием поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» на основе связующего, модифицированного с 2,0 % полимером СБС «Кратон Д1101», особенно у образцов из основной горной породы (мрамора), что, по-видимому, объясняется

хемосорбцией модифицированной битумной смеси с минеральными наполнителями основной горной породы.

Влияние органических связующих и структурообразующей добавки ПАВ на, смачивание и растекание битумной смеси по поверхности наполнителей из горной породы имеет определенное значение, так как битумная смесь может покрывать поверхность наполнителей тонкой пленкой или остается на ней в форме линзы.

От размера частиц и соотношения свободных поверхностных энергий твердого тела и жидкости зависит полнота и скорость смачивания. Понижением поверхностного натяжения и угла смачиваемости способствует более полному покрытию, адсорбции битумной смеси поверхностями наполнителей из горных пород и улучшению качества асфальтобетона. По видимому это связано по с взаимодействием электростатических и капиллярных сил битумной смеси с поверхностно-активных веществ, которые, смачивая поверхность наполнителей и заполнителей, заполняют его поры и трещины. Мономолекулярный слой поверхностно-активных вещества, взаимодействуя с зернами из горных пород, улучшает смачиваемость битумной смеси, а его взаимодействие с активными центрами заполнителя и наполнителя улучшает процесс структурообразования битумной смеси [5].

Использование в качестве критериев, наряду с вязкостью битумной смеси, значения краевого угла смачивания и поверхностного натяжения, позволяет более объективно определить значение адгезионной и когезионной прочности битумной смеси с добавкой поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП», поскольку в этом случае объективно учитываются особенности поверхностных явлений и свойств вяжущих и наполнителей и заполнителей из горных пород [6].

Использование поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» значительно влияет на эксплуатационно-технические свойства и консистенцию битумной смеси, модифицированного органическими связующими СБС «Кратон Д1101». Модификация битумной смеси органическим связующим повышает температуру смачивания на 30 - 33 °С, а дополнительное введение поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» понижает температуру на 27 - 35 °С. Благодаря добавке ПАВ «СП-ОЭП» температура смачивания приближается к исходной смеси битума. Механизм взаимодействия поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» заключается в том, что добавка способствует снижению энергоемкости технологических процессов получения модифицированной битумной смеси.

Применение низковязкой битумной смеси улучшает смачивание, но ухудшает адгезию. Совместное введение органических связующих и поверхностно-активных веществ усиливает сцепление битумной смеси. На первом этапе повышение сцепления наблюдается с увеличением количества органических связующих в битумной смеси, однако с повышением содержания связующих в битумной смеси незначительное влияние на сцепление оказывает поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП». Учитывая структурообразующее действие добавки ПАВ «СП-ОЭП» необходимо установить оптимальное соотношение добавки, особенно при комплексном её использовании с органическими связующими.

Из рисунка 2 видно, что при использовании поверхностно-активных вещества (ПАВ) «СП-ОЭП» максимум активности по отношению к битумной смеси смещается в область их большой концентрации. Это явление способствует модификации битумной смеси с малым содержанием дорогостоящего органического связующего.

При исследовании структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» на компонентный состав маловязкого битума [7] показано, что введение добавки приводит к образованию вновь образующихся асфальтенов. Добавка 1,0 % поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП», приводит к значительному увеличению содержания органических связующих до 22,0 %, дальнейшее повышение концентрации добавок до 4,0 % приводит к незначительному увеличению, которое составляет 5,0-7,4 %. При добавлении 1,0 % ПАВ «СП-ОЭП» количество спирто-толуольных связующих снижается на 13,0 % и дальнейшее повышение количества добавки до 4,0 % приводит и снижается до 36,0 %. Введении добавки не значительно (4,5 – 5,4 %) уменьшает количество, парафино-нафтеновых,

бициклоароматических и моноцикло-ароматических связующих на 15,3 % по сравнению с исходной смеси битума. Можно предположить, что при взаимодействии структурообразующих поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП» с битумной смесью происходит перестройка надмолекулярной его структуры, которая сопровождается резким изменением физико-химических свойств битумной смеси. При этом практически не изменяется количества масляной части смеси битумов, но снижение количества органических связующих показывает об активном взаимодействии добавки именно с органическими смолами, при этом образуется структура из асфальтенов. Окисленная битумная смесь содержит меньше масел, больше смол, асфальтенов и является менее активным по сравнению с битумной смесью, который имеет в своём составе добавку ПАВ «СП-ОЭП». Битумная смесь с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» обладает более высокой вязкостью при низкой температуре и вязкоупругими свойствами при высокой температуре. Таким образом, комплексное использование органического связующего СБС «Кратон Д1101» и поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» положительно влияя на свойства и структуру битумной смеси, образуют дополнительные надмолекулярные образования, аналитически определяемые как асфальтены, исследование наши были запатентованы [7].

Эффективность полимеров в отношении повышения деформативности асфальтобетона выше [4], а добавки поверхностно-активных веществ улучшают адгезионные и когезионные свойства битумов [3]. Из проведенного экспериментально-теоретического исследования, можно сделать вывод, что битумная смесь с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» обладает высокой когезионной и адгезионной прочностью. Следовательно, способствуют повышению водо- и морозостойкости асфальтобетонных покрытий. Совместное использование органического связующего СБС «Кратон Д1101» и добавки «СП-ОЭП» в битумной смеси приводит к синергии индивидуальных эффектов от каждой добавки и значительному улучшению деформативных свойств, повышению водо-, морозо-, трещиностойкости и устойчивости к сдвиговым деформациям асфальтополимербетонов. На Той-Тепинском асфальтобетонном цехе АО «Узавтойул» было выпущено 16 тонн битумной смеси марки БНД 200/300 с применением поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» и изготовлены и производились опытно промышленная партия горячего мелкозернистого асфальтобетона марки «Б» 300 тонн. Предлагаемая технология асфальтобетона обеспечивала гарантированное качество при значительном сокращении продолжительности технологического процесса, экономии энерго и трудозатрат, при исключении подачи воздуха.

Список литературы

1. Золотарев, В.А. Влияние совместного введения полимеров и адгезионных добавок на свойства битумов [Текст] / В.А. Золотарев, С.В. Кудрявцева, С.В. Ефремов // Вестник ХНАДУ. - Харьков: -2008. - №40.
2. [Examination of moisture sensitivity of aggregate-bitumen bonding strength using loose asphalt mixture and physico-chemical surface energy property tests](#). By: Liu, Yawen; Apeageyi, Alex; Ahmad, Naveed; Grenfell, James; Airey, Gordon. International Journal of Pavement Engineering. Aug 2014, Vol. 15 Issue 7, p 657-670. 14p.
3. Колбановская, А. С. Дорожные битумы [Текст] / А.С. Колбановская, В.Д. Михайлов. – М.: Издательство Транспорт, 1973. - 264 с.
4. Касимов, И. У. Модификация дорожных и кровельных битумов полимерными и структурообразующими добавками в условиях Узбекистана [Текст] / И.У.Касимов, С.А. Ходжаев, И.И. Касимов // Архитектура и строительство Узбекистана. – 2016 - № 4.
5. Китайгородский, А.И. Молекулярные силы [Текст] / А.И.Китайгородский. – М.: Знание, 1978. – 696 с.
6. Касимов, И.И. Улучшение адгезионных свойств дорожного битума: производство строительных материалов и изделий с использованием отходов промышленности

- [Текст] / И.И.Касимов // Сб.тр. 1 научно практического семинара с участием иностранных специалистов 9-10 ноября 2011 года. – Ташкент: Ташкентский архитектурно строительный университет.
7. Розенталь, Д.А. Состав и свойства битумов, получаемых по энергосберегающей технологии с введением структурообразующей добавки [Текст] / Д.А. Розенталь, И. И. Касимов и др. // Строительные материалы. – М.: 1991. - № 7. - с.20-21.
8. Касимов И.К., Касимов И.И., Тилябаев Б.А., Таболина Л.С., Розенталь Д.А., Бердиев М.Ю. Битумполимерная композиция patent.183.1835413 Find Patent.ru - патентный поиск, 2012-2015.
9. Мавлянов, А.С. Комплексное использование минерального сырья [Текст] / А.С. Мавлянов, А.А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова. – Б.: Илим, 2016. – 326 с.
10. Абдыкалыков, А.А. Материал таануу [Текст] / А. А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова, И.К. Омурбеков. - Б.: Калем, 2019. – 264 б.

УДК: 691-431

К.Б. Абдусаматов¹, О.Б. Косимов,¹ Б.А. Турсунов¹, Т.Т. Болотов²

¹Жизак политехникалык институту, Жизак, Ўзбекистан

²И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹Джизакский политехнический институт, Джизак, Республика Узбекистан,

²КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K.B. Abdusamatov¹, O.B. Kosimov¹, B.A. Tursunov¹, T.T. Bolotov²

¹Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Republic of Uzbekistan

²Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

abdusamatovk74@gmail.com odil.kasimov@list.ru bekzod1144@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО И ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

АВТОКЛАВСЫЗ ГАЗОБЕТОНДУН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫК ТЕРМИКАЛЫК ЖАНА ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯЛЫК АНАЛИЗДЕРИНИН ЖЫЙЫНТЫГЫ

RESULTS OF DIFFERENTIAL THERMAL AND THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF NON-AUTOCLAVE AERED CONCRETE

Макалада лабораториялык шарттарда автоклавдык эмес ыкма менен даярдалган газобетондун үлгүлөрүндө DTG-60/(SHIMADZU) дериватографында дифференциалдык-термогравиметриялык ыкма менен алынган жыйынтыктар берилген. Стабилдештирилген үлгүлөрдүн бузулушунун натыйжалуу кинетикалык көрсөткүчтөрүн эсептөө Фриман жана Керролл ыкмасы боюнча жүргүзүлдү. Лабораториялык шарттарда даярдалган газобетон үчүн колдонулган компоненттердин химиялык курамы да келтирилген. Сыналган газобетондун үлгүлөрүнө микрофибра түрүндөгү асбест калдыктары кошулган. Мындан тышкары, газобетондун касиетинин таасирин изилдөө максатында АК Узметкомбинаттын микрокриликасы кошулган. Алмалуу тоо-кен металлургия комбинатынын, Жизак цемент заводунун лабораториясындагы компоненттердин химиялык курамы ARL performance X сериясындагы радиофлуоресценттүү спектрометрдин жардамы менен аныкталган. Толтургуч катары Ташкент облусунда жайгашкан жергиликтүү карьердин куму колдонулган.