

DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-1-17-23

*Траутвайн А.И. **, кандидат технических наук, доцент,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия
*Ответственный автор E-mail: trautvain@bk.ru

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХАРАКТЕРИСТИК АСФАЛЬТОБЕТОНА В ПОКРЫТИИ

Аннотация: в работе представлен анализ информационного обеспечения качества производства асфальтобетонных смесей, а также исследование взаимосвязи качественного состава асфальтобетонных смесей и физико-механических характеристик асфальтобетонного покрытия. Исследование основных характеристик проводили на примере асфальтобетона типа Б I марки и щебеночно-мастичного асфальтобетона – ЩМА-20. Установлено, что отклонение асфальтобетонных смесей по составу от требуемых значений приводит к их недоуплотнению в покрытии. Также установлено, что при увеличении количества несоответствий в составе асфальтобетонной смеси приводит к росту физико-механических характеристик, отличающихся от требований ГОСТ 9128-2013, а также ГОСТ 31015-2002 соответственно. В качестве информационной базы при оценке влияния гранулометрии минеральной части асфальтобетона, а также количества битума на основные характеристики асфальтобетона были использованы данные действующего АБЗ Белгородской области. Анализ гранулометрического состава проводился с использованием лазерного анализатора асфальтобетона АВА7/35В. Полученные данные стали основой для дальнейшего исследования влияния различных параметров на свойства асфальтобетонных смесей, а также повышения эффективности системы управления производством асфальтобетонной смеси.

Ключевые слова: асфальтобетон, физико-механические характеристики, качественный состав, отклонение, несоответствие требованиям нормативных документов

Введение

Длительное время в дорожном строительстве преобладали пассивные методы контроля качества, заключающиеся в сборе информации, главным образом, о качестве материалов, технологических операциях и частично об эксплуатационном состоянии покрытий и дорожных конструкций. Собиралась и накапливалась такая информация недостаточно системно, без глубокого анализа, главное – при этом очень мало внимания уделялось корректирующим воздействиям. Пассивные методы контроля качества продукции обуславливались многими причинами, основные из которых: невысокие требования к основным параметрам дорог, а также недостаточный уровень проектной документации, оснащённость дорожно-строительных предприятий, организационно-технические возможности управленческих процессов и отсутствие стандартов.

На сегодняшний день, дорожное строительство претерпевает значительные преобразования в области проектирования и контроля качества строящихся объектов. Изменения связаны с увеличением уровня строительства, широким внедрением различных материалов, применением новых технических и технологических решений по аналогии с зарубежными разработками. Возросли требования к проектированию элементов дорог, а также их обустройству, материалам и технологическим процессам. Безопасности движения транспорта уделяется большое внимание и, как следствие, транспортно-эксплуатационному состоянию дорог. В таких условиях возникла особая необходимость усиления контроля качества дорог.

Система управления производством асфальтобетонной смеси включает в себя множество направлений. Для того, чтобы система работала эффективно, необходимо использование разнородной информации. Источниками этой информации могут быть (в соответствии со структурой технологического процесса) [1-10]: паспорта качества компонентов асфальтобетонной смеси, результаты испытаний их свойств, информация от локальных систем управления на асфальтобетонном заводе, оперативный контроль гранулометрического состава минеральных компонентов асфальтобетона, лабораторный контроль качества готовой асфальтобетонной смеси, контроль качества готового асфальтобетонного покрытия.

Гранулометрический состав минеральных компонентов – крупнозернистого заполнителя, мелкозернистого заполнителя и минерального наполнителя, а так же зерновой состав системы в целом оказывают большое влияние на физико-механические характеристики асфальтобетонной смеси и асфальтобетона [11-12].

В настоящее время на территории РФ наибольшее распространение получил подбор составов минеральной части асфальтобетонных смесей по предельным кривым зерновых составов. Крупнозернистый, мелкозернистый наполнители и тонкодисперсный порошок подбирают таким образом, чтобы кривая грануломет-

рического состава находилась в зоне, ограниченной предельными кривыми, и была по возможности плавной. Зерновой состав минеральной смеси рассчитывается в зависимости от количества выбранных исходных минеральных материалов и их зерновых составов [13-16].

Для достижения требуемых характеристик асфальтобетонного покрытия, проводят различные исследования, связанные с прогнозированием работоспособности асфальтобетонных слоев в дорожных конструкциях [17-18]. Получают широкое распространение научно-исследовательские программы, направленные на разработку новых методов проектирования составов и оценки эксплуатационных свойств асфальтобетона.

Материалы и методы

Цель научно-исследовательской работы – оценить влияние качества состава асфальтобетонных смесей на основные физико-механические характеристики и коэффициент уплотнения.

В задачи исследования входило исследование взаимосвязи состава асфальтобетонных смесей и физико-механических характеристик покрытия, а также анализ информационного обеспечения качества производства асфальтобетонных смесей.

Для этого при приготовлении асфальтобетонных смесей на асфальтобетонном заводе производился отбор проб и оценивался их зерновой состав и количество битума. Анализ гранулометрического состава проводился с использованием лазерного анализатора асфальтобетона АВА7/35В. Для сопоставления полученных результатов с качеством готового покрытия, производился отбор проб (кернов) из уложенного покрытия для определения его качественных характеристик.

Основные физико-механические характеристики проб асфальтобетона из покрытия были исследованы по стандартным методикам: ГОСТ 9128-2013 [19] – для асфальтобетона типа Б и ГОСТ 31015-2002 [20] – для щебеночно-мастичного асфальтобетона. Были исследованы: водонасыщение и плотность кернов, а также предел прочности при сжатии при 50 и 20°C, водостойкость, водонасыщение, плотность асфальтобетонной смеси из переформованных образцов. На основании отношения плотности кернов и плотности образцов асфальтобетона, переформованных из кернов устанавливали коэффициент уплотнения покрытия. На основании полученных данных можно было судить о влиянии состава асфальтобетонных смесей на физико-механические характеристики покрытия.

Результаты и обсуждения

В качестве информационной базы при оценке влияния гранулометрии минеральной части асфальтобетона, а также количества битума на основные характеристики асфальтобетона были использованы данные действующего АБЗ Белгородской области. В табл. 1-2 представлен состав и количество несоответствий по составу щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА-20) и асфальтобетона типа Б I марки соответственно.

Асфальтобетон по своей структуре является многокомпонентной конгломератной системой, в которой минеральный остов в виде отдельных зерен находится в среде, скрепляющей эти зерна в единый монолит. Структура асфальтобетона характеризуется массовым соотношением зерен различной крупности, их формой и свойствами минерального материала, а также структурой и свойствами вяжущего вещества. Основные физико-механические свойства асфальтобетона определяются его структурой. В течение длительного периода ведутся исследования, направленные на получение его оптимальных составов и свойств.

В работе также представлены основные физико-механические характеристики кернов и переформованных образцов тех смесей, в которых было обнаружено несоответствие гранулометрического состава требованиям нормативных документов или отклонение по содержанию битума в асфальтобетонной смеси. Для мелкозернистого асфальтобетона типа Б I марки – это составы под номерами: 1-10 и 14-17, для ЩМА-20 – 1, 3, 5, 8-10. Полученные результаты представлены на рис. 1-2.

Таблица 1

Состав мелкозернистого асфальтобетона типа Б I марки

Table 1

Composition of fine-grained asphalt concrete, type B grade I

Дата отбора пробы	Содержание, %	Содержание зерен мельче данного размера, (мм), в % по массе					Количество несоответствий, шт												
		20	15	5	0,071	Битум	0	1	2	3	4	5							
Требования ГОСТ 9128-2013	100	95,0	85,0	55,0	9,0	6,0													
	min	90,0	70,0	50,0	6,0	5,0													
	max	100,0	100,0	60,0	12,0	7,0													
1	01.05.17	88,3	72,0	53,8	9,0	4,38			+										
2	06.05.17	89,4	72,1	46,4	9,5	4,93					+								
3	24.05.17	92,4	58	55,2	5,7	7,7						+							
4	7.06.17	84,2	59,5	53,0	9	7,13						+							
5	12.06.17	87,3	74,8	54,9	10,3	7,12				+									
6	6.07.17	93,6	75,8	48,9	10,7	7,34				+									
7	7.07.17	91,1	73,6	47,2	13,6	4,28						+							
8	11.07.17	91,0	62,2	54,0	10	4,31				+									
9	11.07.17	85,6	59,4	38,5	15,9	4,30									+				
10	17.07.17	91,5	60,4	51,6	8,3	4,39				+									
11	17.07.17	93,5	74,5	53,8	9,2	5,66	+												
12	28.07.17	94,1	72,4	52,8	8,8	5,4	+												
13	28.07.17	91,3	75,4	53,2	9,4	5,63	+												
14	31.07.17	84,6	74,8	55,9	9,5	7,04				+									
15	14.08.17	89,8	66,3	53,9	9,2	7,99						+							
16	25.08.17	86,4	68,3	52,7	8,9	5,83				+									
17	25.08.17	82,7	60,2	55,2	9,8	7,11						+							

Таблица 2

Состав щебеночно-мастичного асфальтобетона ЦМА-20

Table 2

Composition of crushed stone and mastic asphalt concrete – 20

Наименование объекта	Содержание, %	Содержание зерен мельче данного размера, (мм), в % по массе					Количество несоответствий, шт.													
		20	10	5	0,071	Битум	0	1	2	3										
Требование ГОСТ 31015-2002	100	95,0	34,0	25,0	11,0	5,8														
	min	90,0	25,0	20,0	8,0	5,5														
	max	100,0	42,0	30,0	13,0	6,0														
1	14.06.17	98,8	39,1	56,7	10,0	6,15			+											
2	18.06.17	95,6	40,0	55,4	10,1	6,00	+													
3	19.06.17	96,1	38,2	66,3	10,8	6,20						+								
4	19.06.17	94,5	37,6	52,1	9,2	5,55	+													
5	20.06.17	99,1	39,2	58,1	9,7	5,78				+										
6	7.07.17	93,2	41,1	53,6	9,8	5,79	+													
7	12.07.17	97,1	39,0	55,5	8,2	5,59	+													
8	12.07.17	96,4	38,4	57,3	10,4	5,03							+							
9	15.07.17	94,4	37,0	50,7	10,7	5,52				+										
10	16.07.17	98,8	40,5	51,1	8,1	5,63				+										
11	22.08.17	96,7	39,5	52,8	9,4	5,69	+													

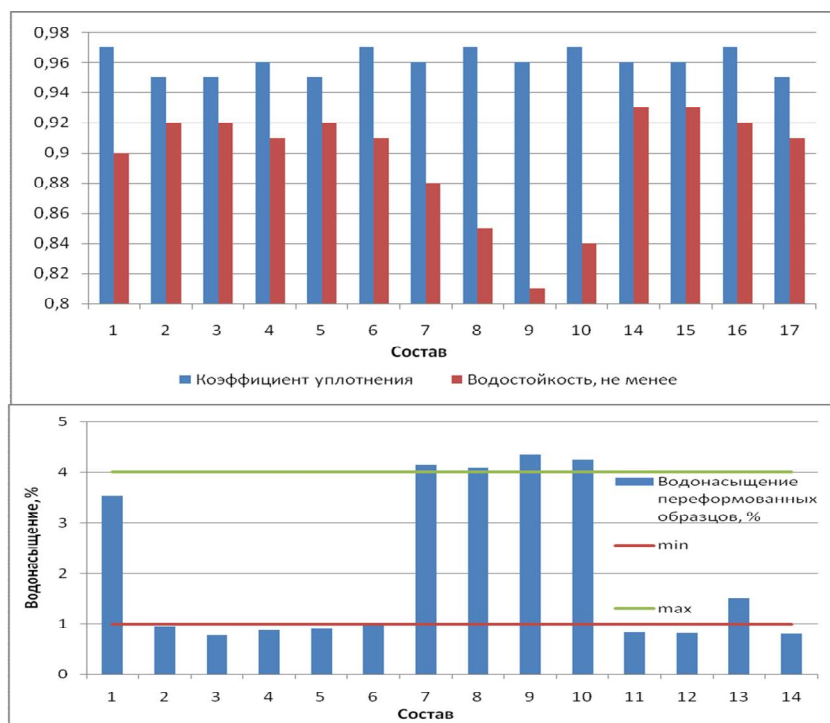


Рис. 1. Основные физико-механические характеристики образцов асфальтобетона типа Б
Fig. 1. Basic physical and mechanical characteristics of type B asphalt concrete samples

Исходя из представленных данных видно, что отклонение асфальтобетонных смесей по составу от требуемых значений, приводит к их недоуплотнению в покрытии. Также установлено, что при увеличении количества несоответствий в составе асфальтобетонной смеси приводит к росту физико-механических характеристик, отличающихся от требований ГОСТ 9128-2013[19], а также 31015-2002 [20]. Также установлено, что отклонение в содержании битума оказывает непосредственное влияние на водонасыщение кернов и переформованных образцов. Недостаточное количество органического вяжущего значительно увеличивает показатель водонасыщения, а его избыток приводит к существенному снижению насыщения образца водой.

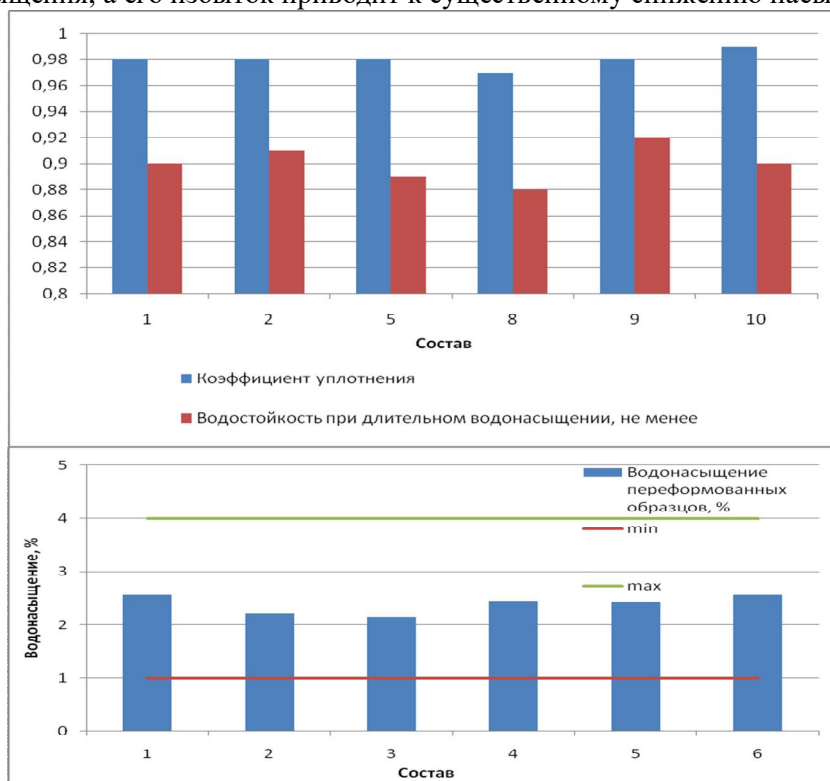


Рис. 2. Основные физико-механические характеристики образцов ЩМА-20
Fig. 2. Basic physical and mechanical characteristics of samples of crushed stone-mastic asphalt concrete - 20

Выводы

Исходя из представленных результатов можно сделать вывод, что основной целью проектирования составов асфальтобетона является создание оптимальной структуры с заранее заданными свойствами, которые позволили бы обеспечить требуемые характеристики и долговечность устраиваемого дорожного покрытия.

Однако в производственных условиях при приготовлении больших партий асфальтобетонных могут возникнуть несоответствия состава приготавливаемой смеси. В последствии, данное несоответствие достаточно сильно отражается не только на физико-механических характеристиках образцов асфальтобетона, но и коэффициенте уплотнения.

Все это свидетельствует о том, что лаборатория АБЗ должна осуществлять постоянный контроль качества состава асфальтобетонной смеси, что отразится на физико-механических и эксплуатационных характеристиках самого покрытия.

Благодарность

Работа выполнена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова

Литература

1. Kudryavtsev A. Yu. Quality control of production of asphalt concrete plant // Journal of Information systems and technologies. 2011. Vol. 67 (5). P. 67 – 73.
2. Ястремский Д.А., Абайдуллина Т.Н., Чепур П.В. Проблема повышения долговечности асфальтобетонного покрытия и пути её решения // Современные наукоемкие технологии. 2016. №3-2. С. 307 – 310.
3. Ostroukh A.V. et al. Automation of technological process control of an asphalt concrete plant // In the World of Scientific Discoveries / V Mire Nauchnykh Otkrytiy. 2015. Vol. 66 (6). P. 125 – 130.
4. Da-yong H., Ju-qing Y. Design of distributed computer control system based on the fieldbus for asphalt concrete mixer // In 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010). 2010. Vol. 15. P. 515 – 587.
5. Qinwu Xu K. Chang George, Adaptive quality control and acceptance of pavement material density for intelligent road construction // Journal of Automation in Construction. 2016. Vol. 62. P. 78 – 88.
6. Peyret F., Tasky R. A traceability system between plant and work site for asphalt pavements // Journal of Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2004. Vol. 19 (1). P. 54 – 63.
7. Sicong Zhu et al. Development of an Automated Remote Asphalt Paving Quality Control System // Journal of Transportation Research Record. 2018. Vol. 2672(26). P. 28 – 39.
8. Yiqiu Tan, et al., Analysis of Asphalt Pavement Structural Premature Damage Position and Countermeasure // Journal of Highway and Transportation Research and Development. 2012. Vol. 5. P. 002.
9. Доценко А.И. Основные принципы комплексного управления производством асфальтобетона // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. №7. С. 87 – 92.
10. Aleksikov S.V. Study of the causes of premature destruction of asphalt concrete pavements of urban roads // Journal of Roads and bridges. 2013. Vol. 1 (29). P. 113 – 124.
11. Alireza Mohammadinia et al. Effect of fly ash on properties of crushed brick and reclaimed asphalt in pavement base/subbase applications // Journal of hazardous materials. 2017. Vol. 321. P. 547 – 556.
12. Доценко А.И. Концепция комплексного управления качеством асфальтобетона в дорожном строительстве // Механизация строительства. 2011. №6. С. 17 – 20.
13. Траутвайн А.И., Акимов А.Е., Денисов В.П., Лашин М.В. Особенности метода объемного проектирования асфальтобетона по технологии SUPERPAVE // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №3. С. 56 – 61.
14. Румянцев А.Н. и др. Структурированный асфальтобетон-новое дорожное покрытие // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2013. №2. С. 23 – 35.
15. Радовский Б.С. Современное состояние разработки американского метода проектирования асфальтобетонных смесей Суперпейв // Дорожная техника: каталог-справочник. СПб.: Славутич. 2008. С. 42 – 52.
16. Seliverstov N.D. Selection of asphalt-concrete mixed compositions in cold recycling of road surfaces // Polymer Science Series. 2016. D. 9.1. P. 106 – 109.
17. Yadykina V., Gridchin A., Trautvain A., Kholopov V. The Effectiveness of Using RAA-TA Additives for the Preparation of Warm Asphalt Concrete // Journal of Applied Mechanics and Materials. 2017. Vol. 865. P. 259 – 262.
18. Yadykina V., Trautvain A., Akimov A., Yakovlev E. The Influence of «DORLUK» Impregnation on Physical and Mechanical Characteristics of Asphalt Pavements // Journal of Advanced Materials Reserch. 2018. Vol. 1147. P. 48 – 52.

19. ГОСТ 9128–2013. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. Введ. 01.01.2013. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2013. 39 с.
20. ГОСТ 31015–2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. Введ. 01.05.2003. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003. 12 с.

References

1. Kudryavtsev A. Yu. Quality control of production of asphalt concrete plant. Journal of Information systems and technologies. 2011. 67 (5). P. 67 – 73.
2. YAstremskij D.A., Abajdullina T.N., СНеpur P.V. Problema povysheniya dolgovечnosti asfal'tobetonogo pokrytiya i puti eyo resheniya. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2016. 3-2. P. 307 – 310. (rus.)
3. Ostroukh A.V. et al. Automation of technological process control of an asphalt concrete plant. In the World of Scientific Discoveries. V Mire Nauchnykh Otkrytiy. 2015. 66 (6). P. 125 – 130.
4. Da-yong H., Ju-qing Y. Design of distributed computer control system based on the fieldbus for asphalt concrete mixer. In 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010). 2010. 15. P. 515 – 587.
5. Qinwu Xu K. Chang George, Adaptive quality control and acceptance of pavement material density for intelligent road construction. Journal of Automation in Construction. 2016. 62. P. 78 – 88.
6. Peyret F., Tasky R. A traceability system between plant and work site for asphalt pavements. Journal of Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2004. 19 (1). P. 54 – 63.
7. Sicong Zhu et al. Development of an Automated Remote Asphalt Paving Quality Control System. Journal of Transportation Research Record. 2018. 2672 (26). P. 28 – 39.
8. Yiqiu Tan, et al., Analysis of Asphalt Pavement Structural Premature Damage Position and Countermeasure. Journal of Highway and Transportation Research and Development. 2012. 5. P. 002.
9. Docenko A.I. Osnovnye principy kompleksnogo upravleniya proizvodstvom asfal'tobetona. Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Stroitel'stvo. 2005. 7. P. 87 – 92. (rus.)
10. Aleksikov S.V. Study of the causes of premature destruction of asphalt concrete pavements of urban roads. Journal of Roads and bridges. 2013. 1 (29). P. 113 – 124.
11. Alireza Mohammadinia et al. Effect of fly ash on properties of crushed brick and reclaimed asphalt in pavement base/subbase applications. Journal of hazardous materials. 2017. 321. P. 547 – 556.
12. Docenko A.I. Konceptiya kompleksnogo upravleniya kachestvom asfal'tobetona v dorozhnom stroitel'stve. Mekhanizatsiya stroitel'stva. 2011. 6. P. 17 – 20. (rus.)
13. Trautvain A.I., Akimov A.E., Denisov V.P., Lashin M.V. Osobennosti metoda ob'emnogo proektirovaniya asfal'tobetona po tekhnologii SUPERPAVE. Vestnik BGTU im. V.G. SHuhova. 2019. 3. P. 56 – 61. (rus.)
14. Rumyanцев A.N. i dr. Strukturirovannyj asfal'tobeton-novoe dorozhnoe pokrytie. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. 2013. 2. P. 23 – 35. (rus.)
15. Radovskij B.S. Sovremennoe sostoyanie razrabotki amerikanskogo metoda proektirovaniya asfal'tobetonnyh smesey Superpejv. Dorozhnaya tekhnika: katalog-spravochnik. SPb.: Slavutich. 2008. P. 42 – 52. (rus.)
16. Seliverstov N.D. Selection of asphalt-concrete mixed compositions in cold recycling of road surfaces. Polymer Science Series. 2016. D. 9.1. P. 106 – 109.
17. Yadykina V., Gridchin A., Trautvain A., Kholopov V. The Effectiveness of Using RAA-TA Additives for the Preparation of Warm Asphalt Concrete. Journal of Applied Mechanics and Materials. 2017. 865. P. 259 – 262.
18. Yadykina V., Trautvain A., Akimov A., Yakovlev E. The Influence of «DORLUK» Impregnation on Physical and Mechanical Characteristics of Asphalt Pavements. Journal of Advanced Materials Reserch. 2018. 1147. P. 48 – 52.
19. Russian State Standart GOST 9128–2013. Smesi asfal'tobetonnye dorozhnye, aehrodromnye i asfal'tobeton. Tekhnicheskie usloviya. Vved. 01.01.2013. М.: Gosstandart Rossii: Izd-vo standartov, 2013. 39 p. (rus.)
20. Russian State Standart GOST 31015–2002. Smesi asfal'tobetonnye i asfal'tobeton shchebenochno-mastichnye. Tekhnicheskie usloviya. Vved. 01.05.2003. М.: Gosstandart Rossii: Izd-vo standartov, 2003. 12 p. (rus.)

*Trautvain A.I. *, Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia*

*Corresponding author E-mail: trautvain@bk.ru

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE QUALITATIVE COMPOSITION OF THE ASPHALT-CONCRETE MIXTURE ON THE MAIN PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF ASPHALTIC CONCRETE PAVEMENT

Abstract: the paper presents an analysis of information quality assurance of production of asphalt concrete mixtures, as well as the study of the relationship of the qualitative composition of asphalt concrete mixtures and physical and mechanical characteristics of asphalt concrete pavement. The study of the main characteristics was carried out on the example of asphalt concrete type B and grade I and crushed-mastic asphalt concrete – SchMA-20. It is established that the deviation of asphalt mixtures in composition from the required values leads to their undercompaction in the pavement. It is also established that increasing the number of inconsistencies in the asphalt concrete mixture leads to an increase of physical-mechanical characteristics that differ from the requirements of GOST 9128-2013 and GOST 31015-2002 respectively. As an information base for the assessment of the influence of granulometry of the mineral part of asphalt concrete, as well as the amount of bitumen on the main characteristics of asphalt concrete, the data of the current ACP of Belgorod region were used. Analysis of the particle size distribution was carried out using a laser analyzer of asphalt ABA7/35B. The obtained data became the basis for a further study of the influence of various parameters on the properties of asphalt mixes, as well as improving the efficiency of the asphalt mix production management system.

Keywords: asphalt concrete, physical and mechanical characteristics, qualitative composition, deviation, non-compliance with the requirements of normative documents

Для цитирования: Траутвайн А.И. Анализ влияния качественного состава асфальтобетонной смеси на основные показатели характеристик асфальтобетона в покрытии // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 2. №1. С. 17 – 23. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-1-17-23

For citation: Trautvain A.I. Analysis of the influence of the qualitative composition of the asphalt-concrete mixture on the main performance characteristics of asphalt concrete pavement. Construction Materials and Products. 2019. 2 (1). P. 17 – 23. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-1-17-23

Поступила в редакцию 10 сентября 2018 г.
Принята в доработанном виде 8 января 2019 г.
Одобрена для публикации 6 февраля 2019 г.

Received: September, 10, 2018.
Revised: January 8, 2019.
Accepted: February 6, 2019.