

УДК 625.85:624.14

А. Г. ДОЛЯ, М. С. КАРАБЕЛЬСКИЙ, Н. К. КОНОНЕНКО, А. В. САВЕНКОВ, И. Р. КАЮМОВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

Аннотация. Общеизвестно, что покрытия автомобильных дорог, устроенные из асфальтобетонных, работают в сложных климатических условиях и в некоторых случаях этот фактор в максимальной степени играет решающую роль при воздействии на автомобильное покрытие чередующихся положительных и отрицательных температур, что негативно влияет на прочностные характеристики слоев покрытия и несущую способность дорожной одежды в целом. В климатических условиях Донбасса, где число переходов температуры наружного воздуха через 0°C достаточно высокое в осенне-зимне-весенний период, знание особенностей влияния этого показателя всегда актуально. На основе краткого критического анализа публикаций по теме статьи для проведения исследований поставлены конкретные задачи. Приведены зависимости: – времени приобретения асфальтобетонами мелкозернистого и песчаного типов в водонасыщенном и сухом состоянии температуры промораживания от заданной температуры; – предела прочности при растяжении асфальтобетонных от температуры замораживания и количества циклов замораживания-оттаивания. Определены оптимальные температуры замораживания асфальтобетона и время промораживания.

Ключевые слова: асфальтобетон, предел прочности при растяжении, температура промораживания, осадочные и изверженные горные породы.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Покрытия из асфальтобетона работают в сложных климатических условиях, подвергаясь механическим нагрузкам и воздействию климатических факторов. В некоторых случаях климатический фактор играет решающую роль. Об этом свидетельствуют данные наблюдений, показывающие, что разрушение покрытий происходит чаще в весенний период. Наиболее интенсивно покрытие разрушается, если подвержено неоднократному замораживанию-оттаиванию, интенсивному воздействию влаги, а также попеременному увлажнению-высушиванию. Поэтому надо полагать, что морозостойкость асфальтобетонных покрытий является одной из основных характеристик, которая не регламентируется нормативными документами для различных дорожно-климатических зон. Лабораторные испытания на морозостойкость не являются надежным критерием долговечности, так как количество циклов замораживания-оттаивания не установлено для разных зон и не имеет научного обоснования. Не нормируется также скорость и время замораживания.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Нами проведены исследования, позволяющие определить влияние климатических факторов на морозостойкость асфальтобетонных в условиях Донецкого бассейна, а также обосновать и рекомендовать количество циклов замораживания-оттаивания, основываясь на статистических данных периодических колебаний перехода температуры через 0°C и диапазона отрицательных температур. Это позволит направленно регулировать применение того или иного типа асфальтобетона для данного региона.

Разрушение асфальтобетонных в покрытии начинается с поверхностных слоёв не вследствие недостаточной первоначальной прочности или деформативной устойчивости, а в связи с понижением стойкости материала к воздействию окружающей среды. В капиллярных порах вода замерзает и

оказывает давление на стенки, в более узких порах преимущественно действуют адсорбционные силы и вода практически мало влияет на деструктивные процессы. Исследования об образовании льда свидетельствуют, что в асфальтовом бетоне влага находится не в виде одного удельного объёма, а разделена на мелкие объёмы пор, которые частично или полностью заполнены. Фазовые переходы воды в лёд, происходящие при замораживании, вызывают деструктивные процессы в материале [1].

Кроме этого, установлено, что возможно проникновение воды под битумную пленку, что зависит от природы каменного материала. В начальный период промораживания лёд, создавая давление в теле бетона, придаёт ему дополнительную прочность. При дальнейшем замораживании возможен период стабилизации и последующего его снижения. Кроме длительности замораживания, на свойства асфальтобетона оказывает влияние величина отрицательной температуры. При небольшом значении отрицательной температуры вода переходит в лёд не полностью, формируется нестабильное состояние воды.

Изучая влияние температуры на давление льда в каменных материалах, В. И. Курденков определил интенсивность давления льда на стенки пор в зависимости от температуры. Например, при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ давление льда равно 60 МПа, а при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 204 МПа [2].

Вода в порах асфальтобетона, кроме расклинивающего давления, способна проникать к поверхности минерального материала через битумную плёнку и отслаивать её. Положение усугубляется замерзанием влаги в осенне-зимне-весенний период, когда замерзающая в порах вода увеличивается в объёме на 11...12 %, увеличивая расклинивающее давление. Структура порового пространства при его замерзании во многом зависит от времени действия отрицательной температуры. К сожалению, время выдерживания образцов при заданной температуре исследователями точно не установлено и колеблется в пределах 4–12 часов [3, 4]. Нами экспериментально установлено, что минимально необходимое время для приобретения образцом заданной температуры уменьшается для песчаного асфальтобетона меньше по сравнению с мелкозернистым асфальтобетоном независимо от вязкости битума и природы каменного материала. Время, необходимое для промораживания образца на известняковом щебне, несколько больше, чем на гранитном (рис. 1–4).

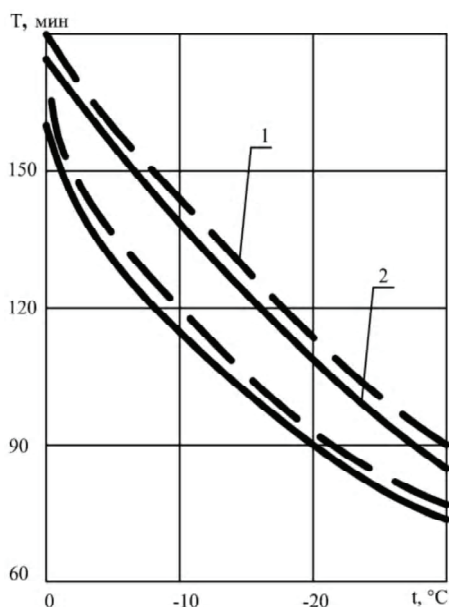


Рисунок 1 – Зависимость времени (Т) приобретения песчаным асфальтобетоном в сухом состоянии заданной температуры промораживания от температуры (t):

1, 2 – асфальтобетоны приготовлены на битумах БНД 60/90 и БНД 90/130 соответственно; — на гранитных материалах; - - - - на известняковых материалах.

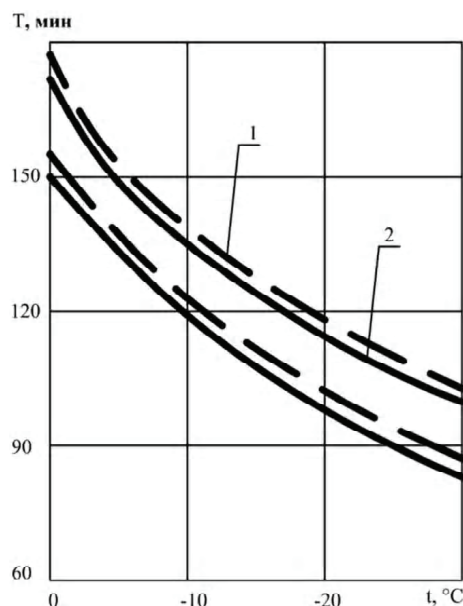


Рисунок 2 – Зависимость времени (Т) приобретения песчаным асфальтобетоном в водонасыщенном состоянии заданной температуры промораживания от температуры (t): 1, 2 – асфальтобетоны приготовлены на битумах БНД 60/90 и БНД 90/130 соответственно; — на гранитных материалах; - - - - на известняковых материалах.

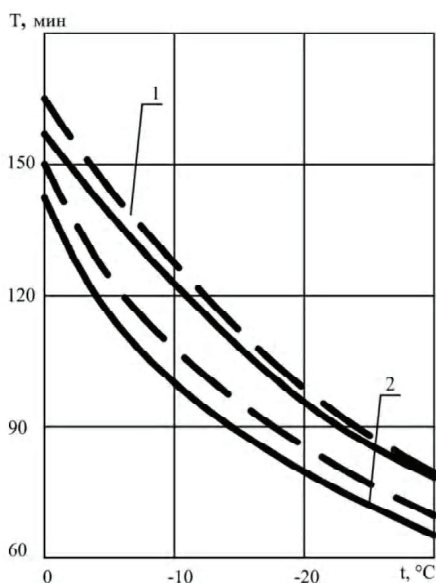


Рисунок 3 – Зависимость времени (Т) приобретения мелкозернистым асфальтобетоном в сухом состоянии заданной температуры промораживания от температуры (t): 1, 2 – асфальтобетоны приготовлены на битумах БНД 60/90 и БНД 90/130 соответственно; — на гранитных материалах; - - - - - на известняковых материалах.

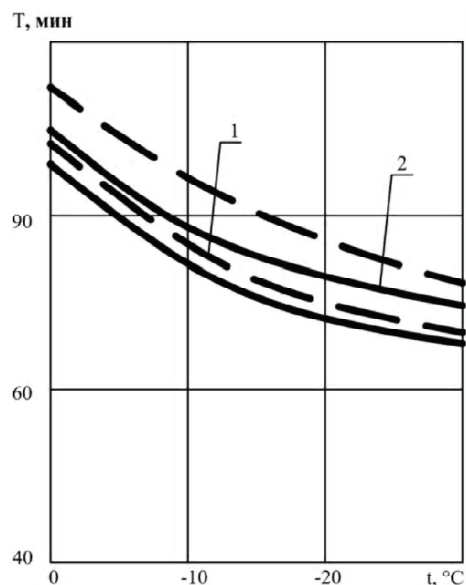


Рисунок 4 – Зависимость времени (Т) приобретения мелкозернистым асфальтобетоном в водонасыщенном состоянии заданной температуры промораживания от температуры (t): 1, 2 – асфальтобетоны приготовлены на битумах БНД 60/90 и БНД 90/130 соответственно; — на гранитных материалах; - - - - - на известняковых материалах.

Время промораживания связано с показателем водонасыщения и коэффициентом теплопроводности материала. Сам же процесс льдообразования следует рассматривать как переход воды из одного фазового состояния в другое. То есть спектрами фазового перехода, включающими в себя переохлаждение (метастабильное состояние воды), характеризуется образованием первичного льда, происходящего в два этапа: вначале в жидкой фазе образуются крупные ассоциированные молекулы воды, которые в силу осмотического давления диффундируют в места с наименьшим давлением, где и выделяются из раствора в виде кристаллов льда. После этого происходит процесс интенсивного льдообразования в макропорах на основе первичного льда, который зависит от структуры порового пространства.

Нормативными документами определена температура, при которой наиболее целесообразно испытывать асфальтобетон на морозостойкость -18 ± 2 °С. Мы провели исследования по выявлению величины отрицательной температуры замораживания на прочностные характеристики, в частности на предел прочности при растяжении, определённый по «бразильскому методу». Данные испытаний асфальтобетонных образцов представлены на рис. 5–6.

Исследования показали, что при температуре замораживания -30 °С прочность после первых циклов замораживания-оттаивания резко увеличивается, а затем стабилизируется. Это можно объяснить повышением прочности битумоминеральных плит при уменьшении их размеров, что вызывает дополнительное объёмное уплотнение материала, повышающее прочность. То же наблюдается и при температуре замораживания равной 20 °С, хотя приращение прочности по сравнению с первоначальной несколько меньше. Нестабильность процесса действия на асфальтобетон разных отрицательных температур можно объяснить следующими причинами. При температуре -20 °С, по-видимому, не происходит полного перехода воды в лёд за 180 мин., а давление льда должно увеличиваться по мере понижения температуры.

Снижение прочности при температуре -5 °С можно объяснить действием воды, проникающей под плёнку вяжущего и отслаивающей её.

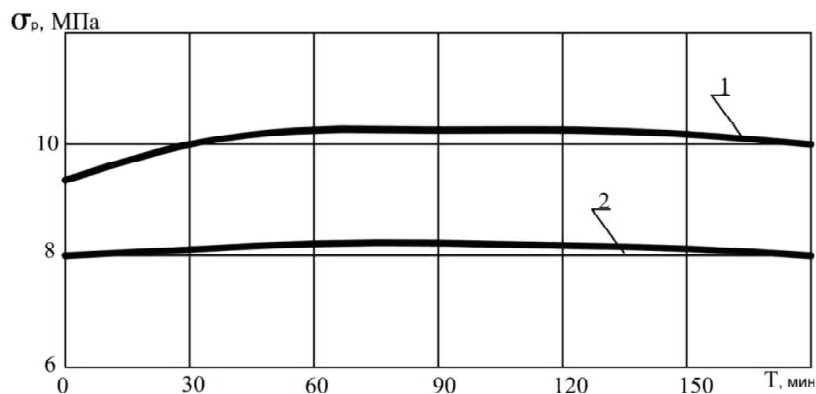


Рисунок 5 – Зависимость предела прочности при растяжении (σ_p) песчаного асфальтобетона на гранитных материалах от времени водонасыщения (Т): 1 – асфальтобетон приготовлен на битуме БНД 60/90 и испытан при $t = -20$ °С; 2 – асфальтобетон приготовлен на битуме БНД 90/130 и испытан при $t = -20$ °С.

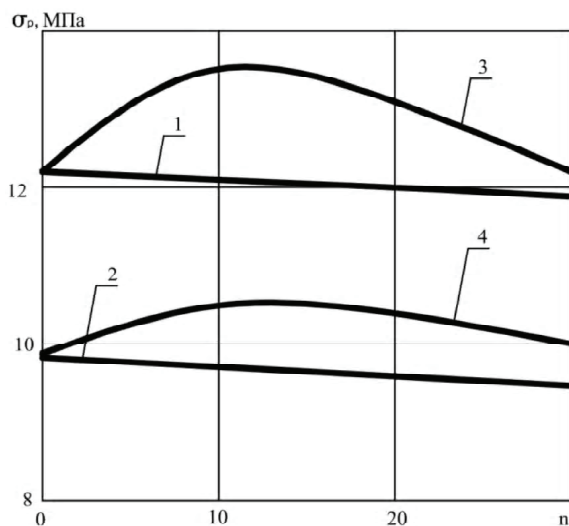


Рисунок 6 – Зависимость предела прочности при растяжении (σ_p) песчаного асфальтобетона от температуры замораживания (t) и циклов замораживания-оттаивания (n): 1, 3 – асфальтобетоны приготовлены на битуме БНД 60/90 и испытан при $t = -5, -20$ °С соответственно; 2, 4 – асфальтобетоны приготовлены на битуме БНД 90/130 и испытан при $t = -5, -20$ °С соответственно.

ВЫВОД

Время, в течение которого асфальтобетон набирает температуру промораживания полным объёмом, зависит от типа асфальтобетона, влажности, вида минерального материала, вязкости битума, температуры промораживания и размеров образцов. Независимо от температуры промораживания асфальтобетоны в сухом состоянии, приготовленные на менее вязких битумах и гранитных материалах, приобретают температуру промораживания менее длительный период.

Разрушение асфальтобетона при циклическом замораживании-оттаивании следует рассматривать одновременно как процесс упрочнения в начальный период и последующего разрушения. Интенсивность этого процесса зависит от структуры асфальтобетона, вязкости применяемого битума и режима промораживания.

Основными факторами, влияющими на разрушение асфальтобетона в результате циклического замораживания-оттаивания, является величина отрицательной температуры, время её действия, скорость промораживания, степень увлажнения. Проводить испытания морозостойкости асфальтобетона целесообразно при температуре $-20 \div -25$ °С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбьев, И. Г. Асфальтовые бетоны [Текст] / И. Г. Рыбьев. – М. : «Высшая школа», 1963. – 396 с.
2. Курденков, Б. И. Усовершенствование метода оценки каменных материалов на морозостойкость [Текст] / Б. И. Курденков // Труды СоюздорНИИ. – Вып. 10. – 1967. – 102 с.
3. Гезенцев, Л. Б. Асфальтовые бетоны из активированных минеральных материалов [Текст] / Л. Б. Гезенцев. – М. : Стройиздат, 1971. – 255 с.
4. Таращанский, Е. Г. О критерии оценки деформационной упругости асфальтобетона при низких температурах с учетом его морозостойкости [Текст] / Е. Г. Таращанский // Известия вузов. Серия «Строительство и архитектура». – 1973. – № 10. – 157 с.
5. Королев, И. В. Дорожний теплий асфальтобетон [Текст] / И. В. Королев. – Киев : Головное издательство издательского объединения «Вища школа», 1984. – 199 с.

Получена 20.12.2019

А. Г. ДОЛЯ, М. С. КАРАБЕЛЬСКИЙ, М. К. КОНОНЕНКО, А. В. САВЕНКОВ,
 І. Р. КАЮМОВА
 МОРОЗОСТІЙКІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ У КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ
 ДОНБАСУ
 ДДУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Загальновідомо, що покриття автомобільних доріг, влаштовані з асфальтобетону, працюють в складних кліматичних умовах і в деяких випадках цей фактор в максимальному ступені відіграє вирішальну роль при впливі на автомобільне покриття позитивних і негативних температур, які чергуються, що негативно впливає на характеристики міцності шарів покриття і несучу здатність дорожнього одягу в цілому. У кліматичних умовах Донбасу, де кількість переходів температури зовнішнього повітря через 0 °С досить висока в осінньо-зимово-весняний період, знання особливостей впливу цього показника завжди актуально. На основі короткого критичного аналізу публікацій по темі статті для проведення досліджень поставлені конкретні завдання. Наведено залежності: – часу придбання асфальтобетонами дрібнозернистого і піщаного типів в водонасиченому і сухому стані температури проморожування від заданої температури; – межі міцності на розрив асфальтобетонів від температури заморожування і кількості циклів заморожування-відтавання. Визначено оптимальні температури заморожування асфальтобетону і час проморожування.

Ключові слова: асфальтобетон, межа міцності при розтягуванні, температура проморожування, осадові та вивержені гірські породи.

ANATOLY DOLYA, MAXIM KARABELSKY, NIKITA KONONENKO,
 ANDREI SAVENKOV, INDIRA KAYUMOVA
 FROST RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE UNDER THE CLIMATIC
 CONDITIONS OF DONBASS
 Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. It is well known that road pavements made of asphalt concrete work in difficult climatic conditions, and in some cases this factor plays the decisive role to the maximum extent when alternating positive and negative temperatures affect the car surface, which negatively affects the strength characteristics of the coating layers and bearing capacity pavement in general. In the climatic conditions of Donbass, where the number of transitions of the outdoor temperature through 0 °C is quite high in the autumn-winter-spring period, knowledge of the peculiarities of the influence of this indicator is always relevant. Based on a brief critical analysis of publications on the topic of the article, specific tasks are set for research. The dependencies are given: – the time of acquisition by the asphalt concrete of fine-grained and sandy types in a water-saturated and dry state of the freezing temperature from a given temperature; – tensile strength of asphalt concrete from the freezing temperature and the number of freeze-thaw cycles. The optimum freezing temperatures of asphalt concrete and the freezing time were determined.

Key words: asphalt concrete, tensile strength, temperature of freezing, sedimentary and igneous rocks.

Доля Анатолий Григорьевич – кандидат технических наук, профессор кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Карабельский Максим Сергеевич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследования физических и механических свойств дорожно-строительных материалов.

Кононенко Никита Константинович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследования физических и механических свойств дорожно-строительных материалов.

Савенков Андрей Вадимович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследования физических и механических свойств дорожно-строительных материалов.

Каюмова Индира Рафиковна – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследования физических и механических свойств дорожно-строительных материалов.

Доля Анатолий Григорович – кандидат технических наук, профессор кафедры автомобильных дорог и аэродромов ДОНУ ВПО «Донбасска національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Карабельский Максим Сергійович – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДОНУ ВПО «Донбасска національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження фізичних і механічних властивостей дорожньо-будівельних матеріалів.

Кононенко Микита Костянтинович – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДОНУ ВПО «Донбасска національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження фізичних і механічних властивостей дорожньо-будівельних матеріалів.

Савенков Андрій Вадимович – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДОНУ ВПО «Донбасска національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження фізичних і механічних властивостей дорожньо-будівельних матеріалів.

Каюмова Індіра Рафіковна – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДОНУ ВПО «Донбасска національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження фізичних і механічних властивостей дорожньо-будівельних матеріалів.

Dolya Anatoly – Ph. D. (Eng.), Professor; Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the use of technogenic raw materials in road construction.

Karabelsky Maxim – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studies of the physical and mechanical properties of road-building materials.

Kononenko Nikita – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studies of the physical and mechanical properties of road-building materials.

Savenkov Andrei – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studies of the physical and mechanical properties of road-building materials.

Kayumova Indira – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studies of the physical and mechanical properties of road-building materials.