

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 3, Number 423 (2017), 283 – 292

B. B. Teltayev

Kazakhstan Highway Research Institute, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bagdatbt@yahoo.com

**IMPORTANCE OF ROCKS
IN ROAD CONSTRUCTION**

Abstract. The paper shows the importance of rocks in modern road construction. The first part of the paper analyzes the technical requirements, demanded by the operating standards of the Republic of Kazakhstan, to the crushed stone and gravel from dense rocks. Standard values are set for losses of the weight of the crushed stone and gravel from rocks for the determination of their grades under indexes of crushability, abrasion and frost resistance. Based on the analysis of the results of laboratory test for the crushed stone from four borrow-pits, located in different regions of the republic, it was determined that there are considerable scatters in values of the loss in weight of the crushed stone within one grade, which achieve 200%.

The second part of the paper analyzes the results of experimental determination of occasional, longterm and fatigue strength of the dense fine-grained asphalt concrete, traditionally used in Kazakhstan for road construction, which is prepared with the use of stone materials from the rocks (95.2% of the weight) and bitumen of grade BND 100-130 (4.8%), as well as the dependence of average amount of the thermal cracks on the asphalt concrete pavements on the amount of critical air temperature falls. It is shown that, as a rule, there are considerable scatters in the values of deformation and strength characteristics of the asphalt concrete, which specifies to consider non-homogeneity of the basic rocks as one of the main causes of these scatters.

Key words: crushed stone and gravel of rocks; grades for crushability, abrasion, frost resistance; asphalt concrete, strength, failure strain, thermal crack.

УДК 625.7/.8:552.1:53

Б. Б. Телтаев

Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, Алматы, Казахстан

**ЗНАЧИМОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Аннотация. В статье показана значимость горных пород в современном дорожном строительстве. В первой части работы проанализированы технические требования, предъявляемые действующим стандартом Республики Казахстан, к щебню и гравиям из прочных горных пород. Приведены нормируемые значения потери массы щебня и гравия из горных пород по определению их марок по показателям дробимости, истираемости и морозостойкости. На основе анализа результатов лабораторного испытания щебня из четырех карьеров, расположенных в разных регионах республики установлено, что имеют место существенные разбросы в значениях потери массы щебня в пределах одной марки, которые достигают 200 %.

Во второй части статьи проанализированы результаты экспериментального определения одноразовой, длительной и усталостной прочности традиционно используемого в дорожном строительстве в Казахстане плотного мелкозернистого асфальтобетона, приготовленного с использованием каменных материалов из горных пород (95,2 % по массе) и битума марки БНД 100-130 (4,8 %), а также зависимость среднего количества температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях от количества критического понижения температуры воздуха. Показано, что, как правило, имеют место значительные разбросы в значениях дефор-

мационных и прочностных характеристик асфальтобетона, что указывают считать одним из основных причин этих разбросов неоднородность свойств исходных горных пород.

Ключевые слова: щебень и гравий из горных пород, марки по дробимости, истираемости, морозостойкости, асфальтобетон, прочность, деформация разрушения, температурная трещина.

Введение. Горные породы играют важную роль в создании и нормальном функционировании транспортных сооружений и конструкций, в том числе автомобильных дорог. Несущая часть современных автомобильных дорог – конструкция многоосной дорожной одежды устраивается из измельченных и рационально подобранных смесей горных пород [1-3]. Практически всегда массовая доля горных пород в слоях конструкций дорожных одежд автомобильных дорог составляет 98-99 % и более. Поэтому понятно, что прочность и долговечность автомобильных дорог, главным образом, зависит от качества используемых горных пород.

Щебень и гравий из горных пород. Технические требования, предъявляемые к щебню и гравиям из плотных горных пород, применяемых в строительных работах, в том числе в дорожном строительстве, нормированы в стандарте республики СТ РК 1284-2004 [4], который разработан Казахстанским дорожным научно-исследовательским институтом (КаздорНИИ), Техническим комитетом по стандартизации ТК 42 «Автомобильные дороги», действующим при КаздорНИИ, и Казахстанским институтом стандартизации и сертификации. При разработке этого стандарта был учтен длительный опыт применения указанных материалов из горных пород в отечественной практике и некоторые его важные положения были гармонизированы с требованиями европейских стандартов BS EN 1097-1 [5] и EN 933-2 [6].

В соответствии с требованиями указанного выше стандарта щебень и гравий из горных пород выпускают в виде следующих основных фракций: от 5(3) до 10 мм; свыше 10 до 15 мм; свыше 10 до 20 мм; свыше 15 до 20 мм; свыше 20 до 40 мм; свыше 40 до 80 (70) мм и смеси фракций от 5(3) до 20 мм.

Важной характеристикой щебня и гравия из горных пород является их прочность, которая определяется по их дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре. По дробимости определяется марка щебня и гравия. Щебень и гравий, предназначенные для строительства автомобильных дорог, характеризуются также маркой по истираемости в полочном барабане. Классификация по дробимости щебня из осадочных, метаморфических и изверженных горных пород, из гравия и валунов, а также гравия даны в таблицах 1–3. А в таблице 4 представлена классификация щебня и гравия, предназначенного для дорожного строительства по истираемости в полочном барабане. Как видно, разделение щебня и гравия на марки по дробимости осуществляется отдельно для щебня из осадочных и метаморфических, изверженных пород, а также для гравия, щебня из гравия и валунов. Также видно, что при одних и тех же пределах дробимости щебню из пород с разным генезисом соответствуют разные марки.

В реальных погодно-климатических условиях температура воздуха не остается постоянной во времени. Она меняется как в суточном, так и в годовом циклах. Известно, что длительность холодного (зимнего) периода и число переходов через 0°С имеют, как правило, географический характер

Таблица 1 – Марка по дробимости щебня из осадочных и метаморфических горных пород

Марка по дробимости щебня из осадочных и метаморфических пород	Потеря массы при испытании щебня, %	
	в сухом состоянии	в насыщенном водой состоянии
1200	До 11 включительно	До 11 включительно
1000	Свыше 11 до 13 включительно	Свыше 11 до 13 включительно
800	Свыше 13 до 15 включительно	Свыше 13 до 15 включительно
600	Свыше 15 до 19 включительно	Свыше 15 до 20 включительно
400	Свыше 19 до 24 включительно	Свыше 20 до 28 включительно
300	Свыше 24 до 28 включительно	Свыше 28 до 38 включительно
200	Свыше 28 до 35 включительно	Свыше 38 до 54 включительно

Таблица 2 – Марка по дробимости щебня из изверженных горных пород

Марка по дробимости щебня из изверженных горных пород	Потеря массы при испытании щебня, %	
	из интрузивных пород	из эффузивных пород
1400	До 12 включительно	До 9 включительно
1200	Свыше 12 до 16 включительно	Свыше 9 до 11 включительно
1000	Свыше 16 до 20 включительно	Свыше 11 до 13 включительно
800	Свыше 20 до 25 включительно	Свыше 13 до 15 включительно
600	Свыше 25 до 34 включительно	Свыше 15 до 20 включительно

Таблица 3 – Марка по дробимости гравия, щебня из гравия и валунов

Марка по дробимости гравия, щебня из гравия и валунов	Потеря массы при испытании, %	
	щебня и гравия из валунов	гравия
1000	До 10 включительно	До 8 включительно
800	Свыше 10 до 14 включительно	Свыше 8 до 12 включительно
600	Свыше 14 до 18 включительно	Свыше 12 до 16 включительно
400	Свыше 18 до 26 включительно	Свыше 16 до 24 включительно

Таблица 4 – Марка по истираемости щебня и гравия в полочном барабане

Марка по дробимости гравия, щебня из гравия и валунов	Потеря массы при испытании, %	
	щебня	гравия
И 1	До 25 включительно	До 20 включительно
И 2	Свыше 25 до 35 включительно	Свыше 20 до 30 включительно
И 3	Свыше 35 до 45 включительно	Свыше 30 до 40 включительно
И 4	Свыше 45 до 60 включительно	Свыше 40 до 50 включительно

и изменяются в разные годы. Многие материалы, в том числе щебень и гравий из горных пород, и материалы, изготовленные с их использованием, существенно теряют прочность в зависимости от числа циклов замораживания и оттаивания. Чтобы учитывать этот важный фактор, щебень и гравий также классифицируются на марки по морозостойкости, характеризуемые числом циклов замораживания и оттаивания, при котором потери в процентах по массе щебня и гравия не превышает установленных нормативных значений (таблица 5). Учитывая, что процесс лабораторного определения морозостойкости занимает много времени, стандартом разрешено использование альтернативного ускоренного лабораторного метода определения морозостойкости по числу циклов насыщения в растворе сернокислого натрия и высушивания. Как видно из таблицы 5, при использовании второго метода время испытания сокращается существенно. Например, по первому методу требуется 400 циклов замораживания и оттаивания, тогда как по второму методу необходимо всего лишь 15 циклов насыщения в растворе и высушивания. Однако, специалисты считают, что первый метод прямого определения морозостойкости щебня и гравия более надежен, несмотря на существенную длительность.

Таблица 5 – Марка щебня и гравия из горных пород по морозостойкости

Вид испытания	Марка по морозостойкости щебня и гравия							
	F 15	F 25	F 50	F 100	F 150	F 200	F 300	F 400
Замораживание-оттаивание (число циклов)	15	25	50	100	150	200	300	400
Потеря массы после испытания (%), не более	10	10	5	5	5	5	5	5
Насыщение в растворе сернокислого натрия – высушивание (число циклов)	3	5	10	10	15	15	15	15
Потеря массы после испытания (%), не более	10	10	10	5	5	3	2	1

Нормированные по приведенным выше способами марки щебня и гравия из горных пород в дорожном строительстве используются в зависимости от того, в каком конструктивном слое дорожной одежды или земляного полотна они применяются. Например, в соответствии с требованиями национального стандарта Казахстана СТ РК 1225-2013 [7] марки щебня и гравия из горных пород для асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов конкретных марок и типов определяются по таблице 6.

Таблица 6 – Требования к прочности и морозостойкости щебня и гравия из горных пород для асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов

Наименование показателя	Значение для асфальтобетонных смесей				
	I				
	горячих типа		холодных типа		пористых и высокопористых
высокоплотный А	Б	Бх	Вх		
1	2	3	4	5	6
Марка не ниже:					
- по дробимости:					
а) щебня из изверженных и метаморфических горных пород	1 200	1 200	1 000	800	800
б) щебня из осадочных горных пород	1 200	1 000	800	600	600
в) щебня из металлургического шлака	–	1 200	1 000	1 000	800
г) щебня из гравия	–	1 000	1 000	800	600
д) гравия	–	–	–	–	–
- по истираемости:					
а) щебня из изверженных и метаморфических горных пород	И 1	И 1	И 2	И 3	Не нормируется
б) щебня из осадочных горных пород	И 1	И 2	И 2	И 3	Не нормируется
в) щебня из гравия и гравия	–	И 1	И 1	И 2	Не нормируется
- по морозостойкости для всех видов щебня и гравия:.					
а) для дорожно-климатической зоны III	F 50	F 50	F 50	F 50	F 25
б) для дорожно-климатических зон IV, V	F 50	F 50	F 25	F 25	F 25

Продолжение таблицы 6

Наименование показателя	Значение для асфальтобетонных смесей								
	II					пористых и высокопористых	III		
	горячих типа			холодных типа			горячих типа		
	высокоплотный А	Б	В	Бх	Вх		Б	В	
1	7	8	9	10	11	12	13	14	
Марка не ниже:									
- по дробимости:									
а) щебня из изверженных и метаморфических горных пород	1000	1000	800	800	600	600	800	600	
б) щебня из осадочных горных пород	1000	800	600	600	400	400	600	400	
в) щебня из металлургического шлака	1200	1000	800	800	600	600	800	600	
г) щебня из гравия	1000	800	600	800	600	400	600	400	
д) гравия	–	–	600	800	600	400	600	400	
- по истираемости:									
а) щебня из изверженных и метаморфических горных пород	И 2	И 2	И 3	И 3	И 4	Не нормируется	И 3	И 4	
б) щебня из осадочных горных пород	И 1	И 2	И 3	И 3	И 4	Не нормируется	И 3	И 4	
в) щебня из гравия и гравия	И 1	И 2	И 3	И 2	И 3	Не нормируется	И 3	И 4	
- по морозостойкости для всех видов щебня и гравия:									
а) для дорожно-климатической зоны III	F 50	F 50	F 25	F 25	F 25	F 15	F 25	F 25	
б) для дорожно-климатических зон IV, V	F 50	F 25	F 15	F 15	F 15	F 15	F 15	F 15	

Примечание: I, II, III – марки асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов; А, Б, В, Бх, Вх – типы асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов.

Далее проанализируем результаты испытания щебня и гравия из горных пород в лаборатории КаздорНИИ (таблицы 7, 8). Эти материалы отобраны из разных карьеров в разное время. Определение их марок по дробимости и истиранию осуществлялось по методам, рекомендуемым стандартом СТ РК 1213-2003 [8]. А их марка по морозостойкости определена по ускоренному методу насыщения в растворе сернокислого натрия и высушивания.

Таблица 7 – Данные о испытанных пробах щебня и гравия из горных пород

Номер пробы	Заказчик	Время испытания	Фракция, мм
	Изготовитель		
1	ТОО «Тас Кум ЛМ», г. Алматы	11 марта 2012 года	5-10
2	АО «Желдорстрой», г. Астана Карьер «Жаксыбулак», Восточно-Казахстанская область	29 января 2014 года	10-20
3	ТОО «Зенит», г. Астана Волгодоновский карьер, Ақмолинская область	12 мая 2016 года	10-20
4	ФАО «Дженгиз Иншаат», г. Актау Карьер «Мырзабек Алтынтас групп», п. Шетпе, Мангистауская область	24 октября 2016 года	10-20

Таблица 8 – Марки щебня и гравия из горных пород, определенные в лаборатории КаздорНИИ

Номер пробы	Дробимость		Истираемость		Морозостойкость	
	потеря массы, %	марка	потеря массы, %	марка	потеря массы, %	марка
1	10,2	800	13,2	И 1	9,1	F 50
2	5,5	1 000	10,4	И 1	4,8	F 150
3	3,0	1 000	15,8	И 1	2,8	F 150
4	5,8	1 200	14,8	И 1	3,2	F 150

Как видно из таблицы 8, имеют место существенные разбросы в значениях потери массы в пределах одной марки по всем трем показателям (дробимость, истираемость и морозостойкость). Особенно величины разбросов значительны в случаях дробимости и морозостойкости. Так, например, в пределах марки по дробимости 1000 потеря массы может изменяться почти в 2 раза. Считаем, что такой большой разброс в значении потери массы по показателю дробимости, который характеризует прочность самого щебня или гравия и, главным образом, зависит от прочности и однородности состава исходной горной породы, не может не отразиться существенно в характеристиках прочности асфальтобетона.

Характеристики прочности асфальтобетона. На рисунке 1 представлены результаты определения прочности традиционно используемого в дорожном строительстве в Казахстане плотного мелкозернистого асфальтобетона марки I типа Б при прямом растяжении при разных температурах. Для приготовления этого асфальтобетона использовался щебень (43 %) из прочных горных пород из Ново-Алексеевского карьера (Алматинская область), песок (50 %) из дробленых горных пород из завода «Асфальтобетон-1» (г. Алматы), активированный минеральный порошок (7 %) из Кордайского карьера (Жамбылская область) и битум марки БНД 100-130 (4,8 %) производства Павлодарского нефтехимического завода. Как видно, 95,2 % по массе рассматриваемый асфальтобетон состоит из измельченных продуктов горных пород.

Испытания были выполнены в КаздорНИИ при деформировании образцов асфальтобетона с средней постоянной скоростью 1 мм/мин на приборе TRAVIS (компания «Infratest», Германия) [9] по европейскому стандарту EN 12697-46 [10].

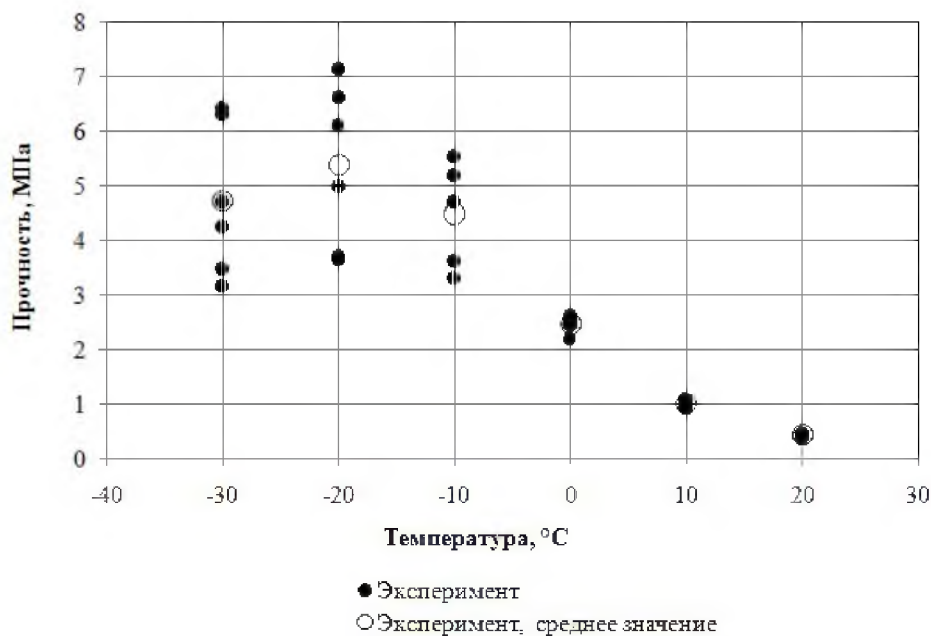


Рисунок 1 – Прочность при растяжении асфальтобетона при разных температурах

Данные рисунка 1 показывают, что при температурах $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше разброс в значениях прочности асфальтобетона незначительный, а при температурах $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, т.е. при низких температурах разброс становится большим. Это можно объяснить тем, что при положительных температурах прочность каменных материалов в составе асфальтобетона существенно выше, чем битума и разрушение происходит по тонким слоям битума, обволакивающим каменные зерна. Состав и свойства битума относительно стабильны. А с понижением температуры жесткость и прочность битума повышается и внутренние напряжения все больше передаются на каменные зерна, т.е. при отрицательных температурах существенную роль играет прочность и однородность каменных заполнителей из горных пород. Большая неоднородность в прочности щебня и других каменных заполнителей из горных пород обуславливает достаточно большой (в 2 раза) разброс в прочности асфальтобетона.

Аналогичные существенные разбросы имеют место и в значениях длительной прочности (рисунок 2) и деформации разрушения (рисунок 3) того же асфальтобетона, экспериментально определенных при прямом растяжении [11, 12], а также в значениях его усталостной прочности (рисунок 4), экспериментально определенной по схеме четырехточечного изгиба [13] по европейскому стандарту EN 12697-24 [14] на приборе производства компании Соорег (Англия). Эти испытания также были выполнены в лаборатории КаздорНИИ.

Как видно, величина разбросов в значениях усталостной прочности асфальтобетона оценивается отклонениями от среднего значения в несколько раз, а в значениях длительной прочности – отклонениями иногда больше одного порядка.

В недавно установленном автором научном открытии [15, 16] в частности, показано, что между средним количеством температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог и числом критических понижений температуры воздуха имеется надежная закономерная связь (рисунки 5, 6). На представленных рисунках хорошо видны разбросы в средних количествах температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях. Как правило, большинство температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях появляются при температурах ниже $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. С учетом этого положения, а также данных о прочности асфальтобетона при температурах ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, приведенных на рисунке 1, считаем, что разбросы в количествах температурных трещин в не малом обусловлены структурной неоднородностью и, как следствие, неоднородной прочностью исходных горных пород, из которых путем дробления получены щебень, песок и минеральный порошок для приготовления асфальтобетонов.

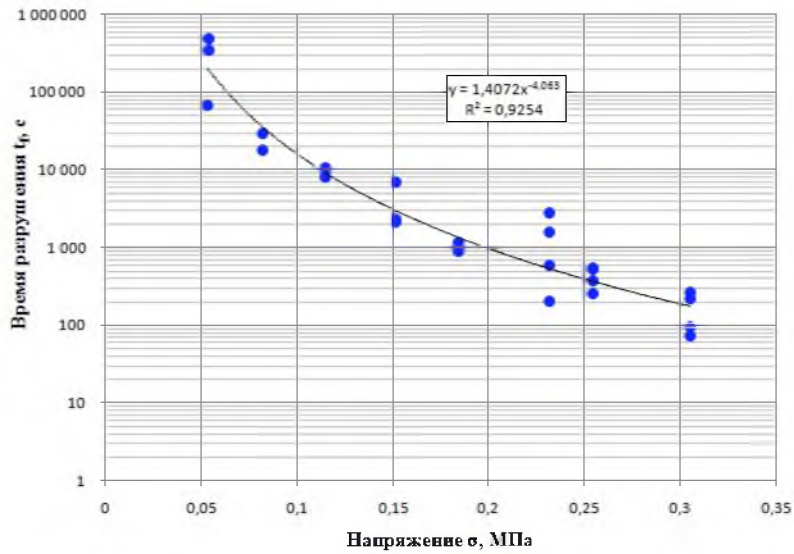


Рисунок 2 – Кривая длительной прочности асфальтобетона при температуре 20-24 °С

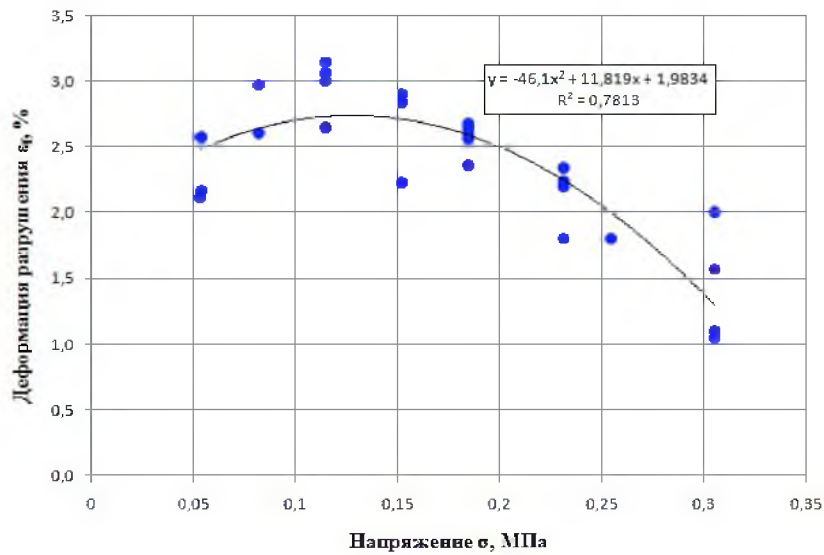


Рисунок 3 – Зависимость деформации разрушения асфальтобетона от напряжения при температуре 20-24 °С

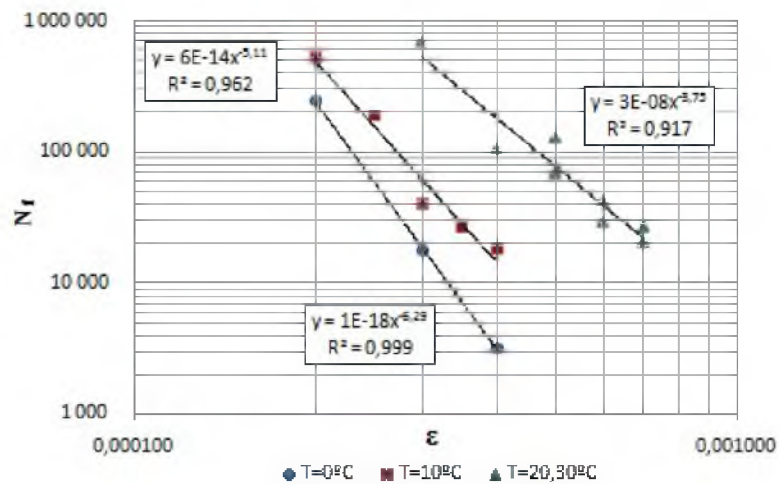


Рисунок 4 – Зависимость усталостной прочности асфальтобетона от деформации при разных температурах

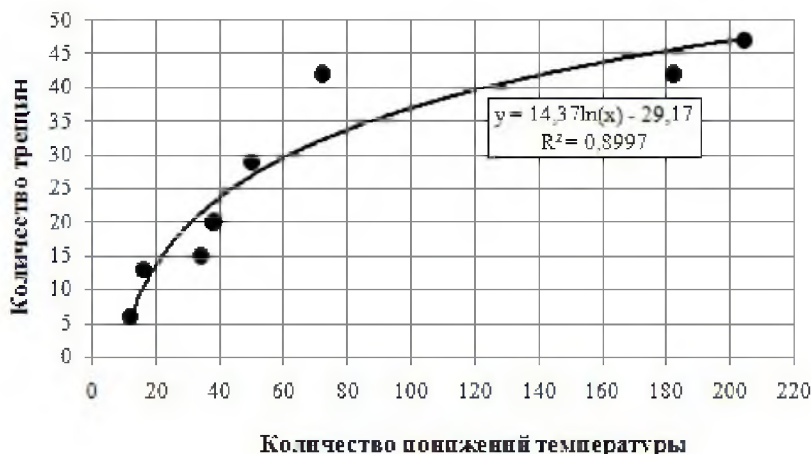


Рисунок 5 – Зависимость среднего количества температурных трещин на асфальтобетонном покрытии автомобильной дороги «Астана-Бурабай» от числа критических понижений температуры воздуха

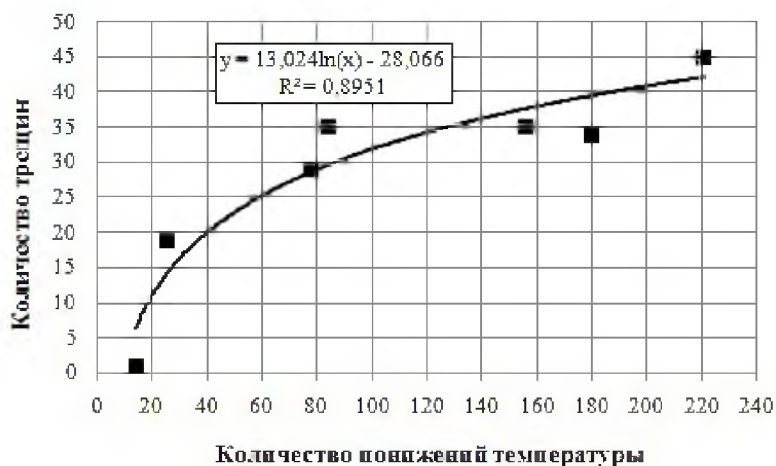


Рисунок 6 – Зависимость среднего количества температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог, расположенных в Акмолинской, Актюбинской, Алматинской, Костанайской и Кызылординской областях, от числа критических понижений температуры воздуха

Технические требования, предъявляемые к дробленным пескам и минеральным порошкам, получаемым из горных пород и применяемых в дорожном строительстве, регламентируются стандартами ГОСТ 32730 [17] и СТ РК 1276-2004 [18] соответственно.

Таким образом, показано, что качество и однородность прочностных свойств горных пород играют важную роль в дорожном строительстве.

Заключение. В настоящей работе на основе результатов анализа технических требований, предъявляемых действующим стандартом, к щебню и гравию из плотных горных пород и результатов лабораторной оценки марок щебня, экспериментального определения характеристик прочности асфальтобетона установлено следующее:

1. Имеют место существенные разбросы в значениях потери массы щебня из горных пород при определении марок щебня по дробимости, истираемости и морозостойкости. Разбросы значительны особенно при оценке дробимости и морозостойкости, величина которых доходит до 200 % в пределах одной марки.

2. Прочность при растяжении асфальтобетона при температурах выше 0 °С характеризуется незначительным разбросом, а при температурах -10 °С и ниже имеет существенные разбросы, достигающие до 2-х раз, что может объясняться существенной неоднородной прочностью исходной горной породы, из которых получают щебень и другие каменные материалы для приготовления дорожного асфальтобетона.

3. Большие разбросы в длительной и усталостной прочности асфальтобетона и среднего количества температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог также можно объяснить неоднородностью исходной горной породы для щебня и других каменных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. – Ч. 1. – М.: Транспорт, 1987. – 368 с.
- [2] Макарович Г.И., Королев И.В., Борщ И.М., Мищенко Г.М. Дорожно-строительные материалы. – М.: Транспорт, 1991. – 357 с.
- [3] Ковалев Я.Н., Кравченко С.Е., Шумчик В.К. Дорожно-строительные материалы и изделия. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 630 с.
- [4] СТ РК 1284-2004. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. – Астана, 2004. – 22 с.
- [5] BS EN 1097-1. Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 1. Determination of the resistance to wear (Micro-Deval).
- [6] EN 993-2. Tests for geometrical properties of aggregates. Part 2. Distribution. Tests sieves, nominal size of apertures.
- [7] СТ РК 1225-2013. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – Астана, 2013. – 31 с.
- [8] СТ РК 1213-2003. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. – Астана, 2003. – 104 с.
- [9] Teltayev B. Evaluation of low temperature cracking indicators of hot mix asphalt pavement. International Journal of Pavement Research and Technology. – 2014. – Vol. 7, N 5. – P. 343-351.
- [10] EN 12697-46. (Darft). Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 46: Low temperature cracking and properties by uniaxial tension tests. – 2004.
- [11] Iskakbayev A., Teltayev B., Andriadi F., Estayev K., Suppes E., Iskakbayeva A. Experimental research of creep, recovery and fracture process of asphalt concrete under tension. Proceedings of 24th International Congress on Theoretical and Applied Mechanics (ICTAM 2016), Montreal, Canada, 21-26 August 2016.
- [12] Iskakbayev A.I., Teltayev B.B., Oliviero Rossi C. Deformation and strength of asphalt concrete under static and step loadings. Transport Infrastructure and Systems. Proceedings of the АИТ International Congress on Transport Infrastructure and Systems (TIS 2017), Rome, Italy, 10-12 April 2017. P. 3-8.
- [13] Телтаев Б. Экспериментальная оценка усталостной долговечности асфальтобетона // Вестник НАН РК. – 2015. – № 2. – С. 43-49.
- [14] EN 12697-24. Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 24: Resistance to fatigue. – 2004.
- [15] Диплом № 495. Научное открытие «Закономерность самоорганизации асфальтобетонного покрытия при низкотемпературном трещинообразовании». – М., 2016. (Автор - Телтаев Б.)
- [16] Телтаев Б.Б. Закономерности увеличения количества трещин на асфальтобетонном покрытии автомобильной дороги // Доклады НАН РК. – 2015. – № 5. – С. 35-57.
- [17] ГОСТ 32730-2014. Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Песок дробленый. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с.
- [18] СТ РК 1276-2004. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органических минеральных смесей. Технические условия. – Астана, 2004. – 22 с.

REFERENCES

- [1] Babkov V.F., Anrdeyev O.V. Design of automobile roads. Part 1. – M.: Transport, 1987. 368 p. (in Russ.).
- [2] Makarovich G.I., Korolyov I.V., Mishchenko G.M. Road construction materials. M.: Transport, 1991. 357 p. (in Russ.).
- [3] Kovalyov Ya.N., Kravchenko S.E., Shumchik V.K. Road construction materials and products. Minsk: Novoye znanie; M.: INFRA-Moscow, 2013. 630 p. (in Russ.).
- [4] ST RK 1284-2004. Crushes stone and gravel from dense rocks for construction works. Specifications. Astana, 2004. 22 p. (in Russ.).
- [5] BS EN 1097-1. Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 1. Determination of the resistance to wear (Micro-Deval). (in Eng.).
- [6] EN 993-2. Tests for geometrical properties of aggregates. Part 2. Distribution. Tests sieves, nominal size of apertures. (in Eng.).
- [7] ST RK 1225-2013. Hot mix asphalt for roads and airfields. Technical specifications. Astana, 2013. 27 p. (in Russ.).
- [8] ST RK 1213-2003. Crushed stone and gravel from dense rocks and industrial production wastes for construction works. Physical and mechanical test methods. Astana, 2003. 104 p. (in Russ.).
- [9] Teltayev B. Evaluation of low temperature cracking indicators of hot mix asphalt pavement. International Journal of Pavement Research and Technology. Vol. 7, N 5. 2014. P. 343-351 (in Eng.).
- [10] EN 12697-46. (Darft). Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 46: Low temperature cracking and properties by uniaxial tension tests. 2004 (in Eng.).
- [11] Iskakbayev A., Teltayev B., Andriadi F., Estayev R., Suppes E., Iskakbayeva A. Experimental research of creep, recovery and fracture process of asphalt concrete under tension. Proceedings of 24th International Congress on Theoretical and Applied Mechanics (ICTAM 2016), Montreal, Canada, 21-26 August 2016 (in Eng.).

[12] Iskakbayev A., Teltayev B., Oliviero Rossi C. Deformation and strength of asphalt concrete under static and step loadings. Transport Infrastructure and Systems. Proceedings of the AIT International Congress on Transport Infrastructure and Systems (TIS 2017), Rome, Italy, 10-12 April 2017. P. 3-8. (in Eng.).

[13] Teltayev B. Experimental evaluation of fatigue life for asphalt concrete // Bulletin of NAS RK. 2015. N 2. P.43-49 (in Russ.).

[14] EN 12697-24. Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 24: Resistance to fatigue. 2004 (in Eng.).

[15] Certificate No. 495. Scientific discovery "Regularity of self-organization for asphalt concrete pavement during low temperature cracking". M., 2016. (Author – Teltayev B.) (in Russ.).

[16] Teltayev B. Regularities of increasing of temperature cracks number in asphalt pavement of highway // Reports of the national Academy of sciences of the republic of Kazakhstan. 2015. N 5. P. 35-57 (in Russ.).

[17] GOST 32730-2014. Interstate standard. Public highway. Crushed sand. Technical specification. M.: Standartinform, 2014. 11 p. (in Russ.).

[18] ST RK 1276-2004. Mineral powder for asphalt and organic mineral mixes. Technical specification. Astana, 2004. 22 p. (in Russ.).

Б. Б. Телтаев

Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ЖОЛ ҚҰРЫЛЫСЫНДАҒЫ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

Аннотация. Мақалада тау жыныстарының бүгінгі жол құрылысындағы маңыздылығы көрсетілген. Жұмыстың бірінші бөлімінде Қазақстан Республикасы стандартының тау жыныстарынан алынған шағыл және қиыршық тастарға қоятын талаптары талданған. Тау жыныстарынан алынған шағыл және қиыршық тастардың ұсақталу, егелу және аязғатұрақтылық бойынша маркаларын анықтағандағы массасын жоғалтуының нормаланған мәндері келтірілген. Республиканың түрлі аймақтарында орналасқан төрт карьерден алынған шағыл тасты зертханалық сынау нәтижелерін талдау негізінде шағыл тастың бір маркасының шектерінде масса жоғалту мәндерінің 200 %-ға дейін ауытқуы анықталған.

Мақаланың екінші бөлімінде Қазақстанда жол саласында дәстүрлі пайдаланылатын, тау жыныстарынан алынған тас материалдарды (массасы бойынша 95,2 %) және МЖБ 100-130 маркалы битумды (4,8 %) пайдаланып жасалған тығыз майдатүйіршікті асфальтбетонның бірреттік, ұзақмерзімдік және шаршау беріктігін тәжірибелік анықтау нәтижелері, сондай-ақ асфальтбетон жамылғыларындағы температуралық жарықшақтардың орташа санының ауа температурасының критикалық төмендеу санымен байланысы талданған. Әдетте асфальтбетонның деформациялық және беріктік сипаттамаларының мәндерінде үлкен ауытқулардың болатындығы көрсетілген және бұл ауытқулардың бастапқы тау жыныстарының қасиеттерінің біркелкі еместігімен түсіндірілген.

Түйін сөздер: тау жыныстарынан алынған шағыл және қиыршық тас, ұсақталу, егелу және аязғатұрақтылық бойынша маркалар, асфальтбетон, беріктік, бұзылу деформациясы, температуралық жарықшақ.

Сведения об авторе:

Телтаев Багдат Бурханбайұлы – доктор технических наук, профессор, президент АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт», e-mail: bagdatbt@yahoo.com