

礫石地瀝青混凝土 路面的施工經驗

E.B.阿克思諾維奇 著

羅宏才 譯

高第渠 校

人民交通出版社

本書介紹列寧格勒州公路局八年來修建和改建礫石地瀝青混凝土路面的一些經驗。書中敘述制各地瀝青混凝土混合料的方法，加熱瀝青的各種方法和設備，介紹現有各地瀝青混凝土工廠的布置情況，一些有關修建和養護礫石地瀝青混凝土路面的經驗。此外，對施工中的技術檢查工作也作了詳細介紹。

本書可供從事路面設計及施工技術人員之參考。

礫石地瀝青混凝土路面的施工經驗

Е. В. АКСИНОВИЧ

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАВИЙНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1955

本書根據蘇聯汽車運輸與公路部出版社1955年莫斯科俄文版本譯出

羅宏才 譯 高第渠 校

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

1960年1月北京第一版 1960年1月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印張：2 $\frac{3}{4}$ 張

全書：40,000字 印數：1—1,300冊

統一書號：15044·1385

定價(9)：0.23元

目 录

第一章 砾石地瀝青混凝土用的材料	2
1. 材料的特性	2
2. 砂-砾混合料的配合成分	11
第二章 砾石地瀝青混凝土混合料的制备	18
1. 地瀝青混凝土工厂的布置	18
2. 地瀝青混凝土工厂中材料的制备、运送和保存	19
3. 制备瀝青	20
4. 制备地瀝青混凝土混合料	33
第三章 修建地瀝青混凝土路面	48
1. 基层的准备	48
2. 鋪筑地瀝青混凝土混合料	53
3. 碾压地瀝青混凝土	58
4. 养护地瀝青混凝土路面	58
第四章 施工技术檢查	60
1. 检查材料質量	60
2. 地瀝青混凝土混合料鋪筑質量的野外检查	62
3. 路面質量检查	62
結 語	64

第一章 砾石地瀝青混凝土用的材料

1. 材料的特性

1) 砾石材料

砾石材料大多由当地产地采得，其砾石的級配成分、强度和顆粒圓滑度均不相同。

所采用的砾石系坚硬的火成岩碎屑，并含有风化岩杂质达3.75%（表1）。

表 1

产地名称	砾石材料的岩石成分			
	坚硬的晶体岩石和砂岩	坚硬的石灰岩和其他岩石	松软的岩石	强烈风化的岩石
勃利威振斯科	98.54			3.46
瓦加諾沃	75.71	19.33 (砂質砂岩)	2.7	2.20
列瓦紹沃	92.8	3.1 (砂質砂岩)	2.6	1.5
馬爾提希奇科	90.35	—	5.90	3.75

科尔昌产地的砾石强度較表1所示的材料强度为小，且多半是松软石灰岩的碎屑，含风化顆粒相当多（达6%）。

主要产地的砾石材料曾在第17工程局中心試驗室作过試驗，以测定其磨耗、固定性（耐冻性）和饱水率。

从表2可以看出，不能經受固定性試驗的顆粒数量不超过

6.8%。

表 2

產地名稱	10 ~ 25 毫 米						5 ~ 10 毫 米						不能經受試驗的顆粒平均% (按重量計)
	礫石中顆粒含量, %	重量, 克		顆粒崩解			礫石中顆粒含量, %	重量, 克		顆粒崩解			
		試驗前	試驗后	重量, 克	% 試			試驗前	試驗后	重量, 克	% 試		
					占全部礫石顆粒	試 樣					占全部礫石顆粒	試 樣	
馬爾提希奇科	35	300	280	10	3.3	1.1	25	100	97	3	3	0.75	2.68
包里沙雅伊若臘	60	500	475	25	5.0	3.0	15	100	90	10	10	1.5	5.5
勃利威振斯科	30	300	285	15	5.0	1.5	68	100	92	8	8	5.3	6.8

坚硬火成岩砾石（馬爾提希奇科、勃利威振斯科、瓦加諾沃、列瓦紹沃、迪布、包里沙雅伊若臘产地）的饱水率不超过 0.5%，而科尔昌产地的砾石却达到 6%。

砾石材料在标准鼓中磨耗試驗的結果列于表 3。

表 3

產地名稱	磨耗, %	附 注
勃利威振斯科	29.2	按苏联道路科学研究院列寧格勒分院的資料
瓦加諾沃	25.7	按苏联道路科学研究院列寧格勒分院的資料
列瓦紹沃	38.6	按第17工程局中心試驗室的資料
馬爾提希奇科	26.8	按第17工程局中心試驗室的資料

为了确定标准鼓中的砾石材料磨耗，第17工程局中心試驗室主任B.C.謝拉辽夫曾进行多次研究，研究結果表明，磨耗

主要与粗、細顆粒的重量比有关，而与材料的强度无关。

B.C.謝拉辽夫曾作出結論：同一粒徑的細砾石顆粒或粒徑差別不大的粗顆粒之試驗較不同配合比、不同粒徑粗顆粒混合料的試驗正确。

瓦加諾沃产地的砾石材料在标准鼓中的磨耗試驗結果按其顆粒尺寸分級列于表 4。

表 4

試驗顆粒的 尺寸, 毫米	試樣重, 克	数 量		砾石產地名称及磨耗率, %	
		球 数	轉 数	瓦 加 諾 沃	科 尔 昌
35—50	4000	12	10000	—	12—15
35—50	4000	6	10000	2.9—2.3	11—13
35—50	3000	12	10000	4.2	15.8
35—50	2000	10	10000	2.19	—
20—25	2000	6	10000	—	40.5
20—25	2000	4	10000	8.7—11.0	35.3
20—25	2000	3	10000	6.5	—
20—25	2000	2	10000	5.1	20.7
10—15	3000	3	10000	—	21.3
10—15	3000	2	10000	—	25.5
10—15	2000	6	10000	—	99.2
10—15	2000	4	10000	—	98.0
10—15	2000	3	10000	16.8	88.5
10—15	2000	2	10000	15.0—8.7	82.0
按1943年技术规范的标准, 試样荷重試驗时的 材料磨耗.....				22—24	28
同上, 但2~5毫米的顆粒不計在內.....				18—20	32

从表 4 可以看出，按顆粒尺寸分級的砾石材料的試驗結果与同一材料按技术规范①的試驗結果相差很大。

① 主要筑路材料技术规范。筑路材料的試驗及验收方法。道路出版社，1943年。

各产地中的砾石圆滑度都不一样：馬尔提希奇科、列瓦紹沃、瓦加諾夫、迪布、包里沙雅伊若腊产地的砾石表面粗糙（低圆滑度），而勃利威振斯科和普加列沃产地的砾石表面却很圆滑。

1947~1949年修建勃利莫尔斯基的砾石地瀝青混凝土公路时采用勃利威振斯科产地的砾石材料。为了增大其粗糙度，在其中掺了15~20%列佩恩斯基采料场不圆滑的砾石；该砾石强度与勃利威振斯科的砾石强度相似。

在过去6~7年使用过程中，并未看出这种地瀝青混凝土路面比用佩恩斯基或其他产地砾石建成的地瀝青混凝土路面差。佩恩斯基产地的砾石有良好的粗糙表面。但应该指出，勃利莫尔斯基公路建成之后，曾立即做了单层表面处治，且砾石材料的级配成分也不一样。

馬尔提希奇科砂-砾产地設有地瀝青混凝土工厂；该产地大于35毫米的材料达30%，这种材料須用軋碎筛分设备进行軋制和筛分，而且该材料中0.074毫米和更小的顆粒占很大的百分数。

列瓦紹沃和迪布产地的砾石材料中有較多的細顆粒：其中75%以上1~5毫米的顆粒，小量的砂和粉土的顆粒。

瓦加諾夫产地的砾石材料成分良好，有大量（达8.8%）細的和粉土顆粒。

采用的砾石材料级配成分列于表5。

2) 砂

多半用有稜角的石英質砂（含有大量顆粒尺寸为1~0.15毫米）来做砂-砾地瀝青混凝土混合料。此外，砂中还含有粉土和粘土顆粒的杂质（表6）。

表 5

產地名称	砾 石 顆 粒 尺 寸 , 毫 米								
	10—15	5—10	2—5	1—2	0.5—1	0.25—0.5	0.15—0.25	0.074—0.15	小于 0.074
	含 量 , %								
馬爾提希奇科	11.6	14.1	16.3	12.0	16.5	12.5	6.7	3.2	7.1
列瓦紹沃	2.8	10.2	36.5	29.1	14.8	3.8	1.3	0.9	0.6
瓦加諾沃	7.8	12.9	20.4	14.0	13.7	11.2	7.5	3.7	8.8
	6.7	11.1	32.9	27.4	17.5	2.1	1.2	0.6	0.5
	8.6	12.1	27.3	23.8	14.0	7.3	4.2	2.2	0.5
克魯勃里	7.8	11.2	30.9	30.3	16.0	2.3	0.3	0.7	0.5

表 6

產 地 名 称	砂 顆 粒 尺 寸 , 毫 米							
	5—10	2—5	1—2	0.5—1	0.25— 0.5	0.15— 0.25	0.074— 0.15	小 于 0.074
	含 量 , %							
包里沙雅伊若拉	—	3.6	5.4	10.8	24.0	32.7	17.4	6.1
列瓦紹沃	—	3.4	5.9	12.5	31.9	41.2	4.4	0.70
凱里西諾	—	4.1	9.2	13.8	29.6	38.9	4.2	0.20
克魯勃里	3.6	6.4	8.1	9.4	27.9	30.1	9.3	5.2
列皮諾	—	4.4	10.7	19.1	32.6	24.8	7.2	1.2
列皮諾	6.6	8.4	15.3	18.3	25.4	14.8	8.5	4.7

實踐証明, 不能把含有一定数量 (5~6%) 粉土顆粒的砂作为拒絕在地瀝青混凝土中使用的根据。

采用帶有粉土和粘土顆粒的砂-砾材料制备地瀝青混凝土时, 应注意使其不結成团块, 否則, 在拌合器中便会結块, 瀝青仅复盖在其表面上, 而不能与其他材料相混合。

3) 矿物粉

从1934年开始，在許多年中，常用天然粉末状的石灰石（灰泥）作矿物粉使用，这种灰泥是生物化学成因的一种产物，由 $\text{Ca}\cdot\text{CO}_3$ 組成，常含大量細貝壳（表7）。

表 7

单位名称	顆 粒 尺 寸 ， 毫 米						
	2—5	1—2	0.5—1	0.25—0.5	0.15—0.25	0.074—0.15	小于0.074
	含 量 ， %						
第69养路段	—	—	1.7	1.8	5.2	12.2	79.1
第56养路段	—	—	0.9	2.7	5.7	13.8	70.9
第一施工区							
公路局	—	0.2	0.2	2.5	8.7	17.8	70.6

从1947年起，第72养路段和其他一些单位都以当地細亚砂土材料作矿物粉使用。1947~1949年曾以細亚砂土的矿物粉建成长約 100 公里的地瀝青混凝土路面，虽然汽車运输頻繁，但其路况仍良好，就充分說明了这一点。亚砂土的級配成分列于表 8。

表 8

单位名称	顆 粒 尺 寸 ， 毫 米						
	2—5	1—2	0.5—1	0.25—0.5	0.15—0.25	0.074—0.15	小于0.074
	含 量 ， %						
第72养路段	—	—	0.4	2.1	3.1	29.4	65.0
第2施工区							
第17工程局	—	—	0.1	0.9	2.8	27.9	68.3

某些单位以頁岩磨成的細灰粉作矿物粉使用，其級配成分列于表9。

表 9

单位名称	顆 粒 尺 寸 , 毫 米						
	2—5	1—2	0.5—1	0.25—0.5	0.15—0.25	0.074—0.15	小于0.074
	含 量 , %						
第69养路段	—	—	—	0.4	9.6	18	71.0
第44养路段	—	—	0.1	2.7	10.2	13.7	73.3

根据試驗室的資料，它符合对矿物粉規定的要求，但在不长时期（1～3年）的使用过程中，路面漸呈老旧，且有暗淡的顏色。因此，部分道路工作者就認為是頁岩灰使地瀝青混凝土老化。由于成本高和从頁岩工厂不易取得，所以1954年就不采用这种頁岩灰了。

苏联道路科学研究院列宁格勒分院实验室对灰泥和亚砂土进行試驗的結果表明，在任何情况下，它們的亲水系数都未超过1.10，而孔隙率則小于45%。

1954年列宁格勒州公路局施工区找到了新的高質量的灰泥产地。在若干年中曾对含有灰泥或細亚砂土矿物粉的砂-砾混合料建成的地瀝青混凝土路面进行观察，但都未发现任何不良的情况。采用当地的矿物粉时，必須考虑它的質量，其質量在很大程度上与制备、干燥和保存工作是否細致有关。

4) 瀝 青

1951年以前，公路局主要从格罗茲內依和巴庫工厂取得BH-III号瀝青，但这种瀝青必須經過稀释。

主要是用B-4、B-5号液体瀝青来稀释，而較少使用石油和重油稀释。

稀释BH-III号瀝青时，可使用6~8%石油或10~15%的B-4或B-5液体瀝青。

必須指出，以B-3、B-4或B-5液体瀝青稀释的BH-III号瀝青建成的地瀝青混凝土路面状态良好，其上裂縫甚少，且未发现任何破坏。

使用稀释瀝青應該認為是可以的，在正确使用情况下，并不降低地瀝青混凝土路面的質量。

1946~1948年，列宁格勒州公路局修建砂砾地瀝青混凝土路面时，在个别地段上曾采用BH-IV和BH-V号瀝青，并以液体瀝青、重油或石油稀释。根据我們短时期的观察，这种路面不很好。例如，1947年在2公里长的路段上曾鋪筑BH-IV号瀝青制备的細粒地瀝青混凝土，这种地瀝青混凝土是用14%的重油稀释BH-IV号瀝青（針入度等于28）的。

第一年冬，在这种路段上便出現了一些裂縫，主要是橫向裂縫；而在1948~1949年冬裂縫增加，并出現一些小坑槽，因此需要在1949年作表面处治。1952年，又在这路段上重新鋪一层地瀝青混凝土。

1946年建成的其他路段，使用BH-V号瀝青（針入度20），以16%的重油稀释，同样在头两年中便出現了裂縫和小坑槽；在使用的第三年中裂縫和坑槽显著增加。

从上面的举例可以看出，采用稀释的BH-IV和BH-V号瀝青作的地瀝青混凝土路面較用BH-II号瀝青作的路面差，特别是在零下气温的地区（溫度很低的地区）采用这种地瀝青混凝土就更不好。

5)材料成本

利用当地材料能减少铁路运输的运输量。

修建地瀝青混凝土路面的各单位最近五年(1949~1954)来主要筑路材料的平均成本列于表10。

表10

单位名称	单 价 , 卢 布							
	1立方 米碎石	1立方 米砾石	1立方 米砂	1吨 頁岩灰	1吨 灰泥	1吨 亚砂土	1吨石 灰岩 矿物粉	1吨 瀝青
第69养路段	102—00	17—07	13—03	39—00	48—91	—	—	370—97
第72养路段	122—50	36—79	19—71	—	—	14—70	—	371—90
第56养路段	119—05	55—14	44—51	—	37—00	—	—	380—81
第70养路段	98—27	30—53	27—91	—	32—80	—	—	358—55
第2施工区	—	12—20	31—00	—	45—40	—	—	405—00
第10施工区	94—00	46—00	35—50	106—00	—	—	118—10	430—00

就以第10施工区的砾石最高成本来说，也比石灰岩碎石成本低 $\frac{1}{2}$ 还多。

应该注意的是，矿物粉的成本很高。第10施工区地瀝青混凝土工厂用的石灰岩矿物粉是在基凯林斯基工厂球磨机中制成的，其成本每吨为118卢布10戈比，而在第72养路段地瀝青混凝土工厂的每吨亚砂土成本才14卢布70戈比。第69养路段的灰泥成本最高，其成本为48卢布91戈比，因为它是用汽车由40公里外的采料场运来的。

从表10可以看出，基凯林斯基工厂制备的矿物粉较灰泥贵2.4倍，较亚砂土贵8倍。

2. 砂-砾混合料的配合成分

1) 面层混合料的配合成分

各种不同对象面层用的砂-砾地瀝青混凝土混合料的标准配合成分，列于表11。

从表11的资料和图1所示的砂-砾地瀝青混凝土最佳配合成分曲线可以看出，采用的配合成分大部分是密实的混合料，并有大量的细颗粒（小于0.074的颗粒占13.7~20.1%）。

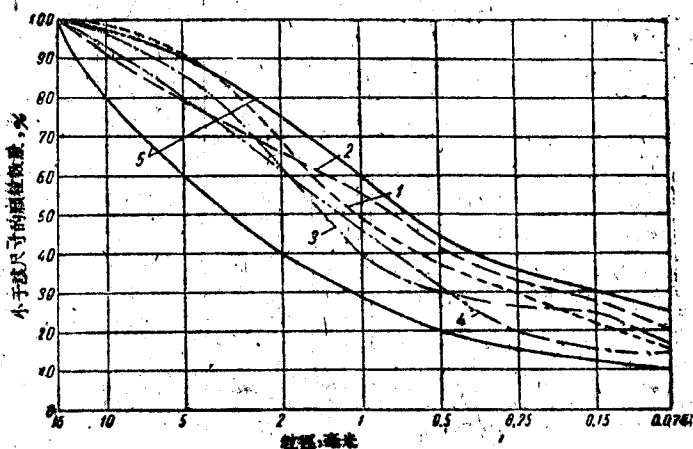


图1 最佳混合料的曲线

1-第72养路段的；2-第68养路段的；3-第17工程局第2施工区的；
4-第56养路段的；5-技术规范曲线

第72养路段的砂-砾混合料（见图1）中5~15毫米粗颗粒较少，且混合料超出砾石材料细粒地瀝青混凝土最佳混合料的曲线范围。

因为在第72养路段区域内没有其他砾石产地，因此该段采

单位名称	材料名称	混合料配 合成分	顆 粒		
			10—15	5—10	2—5
第69养路段	砂-砾材料(采料 場的)	80	9.3	11.3	13.0
	亚砂土	20	—	—	—
	遗留在筛上	—	9.3	11.3	13.0
	通过筛孔	—	100	90.7	79.4
第72养路段	砾石	63	1.3	6.4	23.0
	砂	15	—	—	0.51
	亚砂土	22	—	—	—
	遗留在筛上 通过筛孔	— —	1.3 100	6.4 98.7	23.51 92.3
第17工程局第 2施工区	砾石	70	3.2	10.6	24.1
	亚砂土	20	—	—	—
	砂	10	—	—	—
	遗留在筛上 通过筛孔	— —	3.2 100	10.6 96.8	24.1 86.2
第17工程局第 3施工区	砾石	65	2.9	2.9	28.3
	亚砂土	20	—	—	—
	砂	15	—	—	—
	遗留在筛上 通过筛孔	— —	2.9 100	2.9 97.1	28.3 94.2
第70养路段	砾石	70	—	—	—
	真岩灰	15	—	—	—
	砂	15	—	—	—
	通过筛孔	—	100	96.2	84.8
公路局第1施 工区	砾石	60	—	—	—
	砂	20	—	—	—
	灰泥	20	—	—	—
	通过筛孔	—	100	97.3	91.3
公路局第2施 工区	砾石	55	—	—	—
	砂	25	—	—	—
	灰泥	20	—	—	—
	通过筛孔	—	100	92.1	86.9
第69养路段	砂-砾材料	75	—	—	—
	灰泥	25	—	—	—
	通过筛孔	—	100	92.6	86.7
第56养路段	砾石	70	—	—	—
	砂	20	—	—	—
	真岩灰	10	—	—	—
	通过筛孔	—	100	94.4	79.5

表11

尺寸，毫米，其含量%						沥青数量以重量%计
1—2	0.5—1	0.25—0.5	0.15—0.25	0.074—0.15	小于 0.074	
9.6	13.2	10.0	5.3	2.6	5.7	8.0
0.1	9.1	10.1	0.4	4.9	14.4	
9.7	13.3	10.1	5.7	7.5	20.1	
66.4	36.7	43.4	33.3	27.8	20.1	
18.4	9.8	2.4	0.8	0.5	0.4	
0.89	1.8	4.45	6.15	0.7	0.5	8.5
—	0.8	0.4	0.6	6.0	14.2	
19.29	12.4	7.25	7.55	7.31	15.1	
63.79	49.5	37.54	29.96	22.41	15.1	
22.6	8.3	0.6	0.1	0.3	0.2	
—	5.1	0.4	0.4	2.9	16.2	9.0
—	5.1	2.3	1.8	5.6	0.2	
22.6	8.5	3.3	2.3	8.8	16.6	
62.1	29.5	31.0	27.7	25.4	16.6	
21.9	7.7	0.6	0.1	0.3	0.3	
—	5.1	0.4	0.4	2.9	16.2	8.8
0.1	9.2	3.5	2.6	8.3	0.3	
22.0	8.8	4.5	3.1	11.5	16.8	
65.9	43.9	35.9	31.4	28.3	16.8	
59.0	34.8	28.0	25.3	23.3	18.5	8.5
69.2	51.8	38.3	30.2	20.4	14.7	8.5
75.5	53.8	42.9	29.6	23.1	14.8	9.9
73.3	61.4	46.5	33.0	26.4	16.7	8.9
62.1	47.7	32.3	19.3	16.1	13.7	7.5

表12

单位名称	混合料配 合成分, %	从拌合器中取出的试样						
		容重	饱水率 以体积 %计	膨胀率 以体积 %计	R ₂₂	R ₅₀	饱水试 样的 R ₂₂	$\frac{R_{22}}{R_{50}}$
第72养路段	砾石—63							
	砂—15							
	亚砂土—22							
	沥青—8.5	2.32	1.4	0.5	21.0	8.5	19.8	2.5
第69养路段	砂-砾材料—80							
	灰泥—20							
	沥青—8	2.3	0.81	0.35	32.8	14.3	32.8	2.3
第17工程局第 2施工区	砾石—65							
	亚砂土—35							
	沥青—8	2.35	0.5	0.6	29.3	5.2	27.1	5.6
第17工程局第 2施工区	砾石—75							
	亚砂土—25							
	沥青—8.5	2.28	1.83	0.38	32.5	12.7	31.7	2.6
第17工程局第 2施工区	砾石—70							
	砂—10							
	亚砂土—20							
	沥青—8	2.3	1.15	0.3	33.0	15.6	32.4	2.1
第56养路段	砾石—60							
	砂—20							
	灰泥—20							
	沥青—9.5	2.21	0.94	0.95	27.3	10.9	26.9	2.5
第44养路段	砾石—70							
	砂—18							
	頁岩灰—12							
	沥青—8	2.36	0.85	0.15	31.9	15.1	31.3	2.1
公路局第2施 工区	砾石—55							
	砂—25							
	灰泥—20							
	沥青—10	2.19	0.7	0.31	19.4	7.1	18.1	2.8

用的配合成分略超出推荐混合料的范围，而采用了較細的材料。

多年的經驗証明，当基层良好时，这种地瀝青混凝土混合料路面的情况是完全令人滿意的。

第56养路段工厂的地瀝青混凝土混合料，虽然在最佳混合料的曲綫范围内，但0.074~0.25毫米的顆粒却少些。

从表12和表13可以看出，試样的指标不是在任何情况下都能滿足Ⅲ号地瀝青混凝土的要求。

从路面中挖出的原样和将其改制后的試样饱水率来看，在許多情况下都証明地瀝青混凝土路面的压实很不够。

表13 .

非改制的試样		改 制 的 試 样					
容重	饱水率、以 体積%計	容 重	饱水率、以 体積%計	膨胀率、以 体積%計	R ₂₂	R ₅₀	饱水試样 的R ₂₂
2.29	1.10	2.34	0.77	0.23	24.4	9.5	24.1
2.25	3.88	2.35	0.89	0.19	23.3	7.8	23.0
2.29	5.3	2.32	4.05	0.15	18.8	6.5	18.0
2.28	3.6	2.3	2.5	0.7	26.0	9.2	24.5
2.3	4.7	2.35	2.0	0.85	28.3	10.1	27.4
2.26	3.3	2.3	1.9	0.4	27.7	12.6	26.0
2.2	2.9	2.2	2.35	0.45	24.3	8.9	23.7
2.24	1.9	2.28	1.0	0.96	29.9	9.1	28.6
2.22	1.5	2.29	1.1	0.45	31.2	10.4	30.0
2.28	1.0	2.26	0.48	0.18	37.7	13.4	36.0
2.24	2.0	2.3	1.4	1.18	19.2	8.5	18.6

个别試样50°时的抗压强度稍低于技术规范所規定的范围，但列宁格勒州最高正溫度不超过27°；因此地瀝青混凝土路面不会热到50°；也不会在这种溫度下工作。