

p. 6. /
310

TALLINNA POLÜTEHNILISE
INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

СЕРИЯ А

№ 310

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

СБОРНИК СТАТЕЙ

v

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

СЕРИЯ А

№ 310

1971

УДК 624.825,656

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

СБОРНИК СТАТЕЙ

V

ТАЛЛИН 1971

1.0.97

1887
Tendur
Ramanabha
IV
Tendur Alapaha

УДК 656.1.021

В.А. Калласт, А.Ю.Ваймель

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОДИРУЮЩИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ.

В нашей республике долгое время в качестве антигололедного реагента применяли поваренную соль (NaCl). В последнее время стали применять сильвинит ($\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$). В перспективе большой интерес представляет разработанный на Днепродзержинском химкомбинате НКМ ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2$).

В данной работе исследуется коррозионное поведение этих веществ и рассматриваются возможности уменьшения их корродирующих свойств.

В качестве металлов использовались сталь 3, чугун СЧ 21-40 и дуралюминий Д-16, химический состав которых приведен в таблице I.

Концентрации рабочих растворов были следующие - 0,1 %, 0,5 %, 1,0 %, 3,0 %, 5,0 % и 10 %. Опыты проводились в статических условиях при комнатной температуре (20 °С) и при 0 °С.

Учет коррозии проводился весовым методом. Для количественной оценки коррозионной стойкости стали и чугуна применяли десятибалльную шкалу коррозионной стойкости металлов [1]. Для изучения механизма коррозии применялись электрохимические методы - снятие поляризационных кривых и измерения потенциалов коррозии [2].

Таблица I

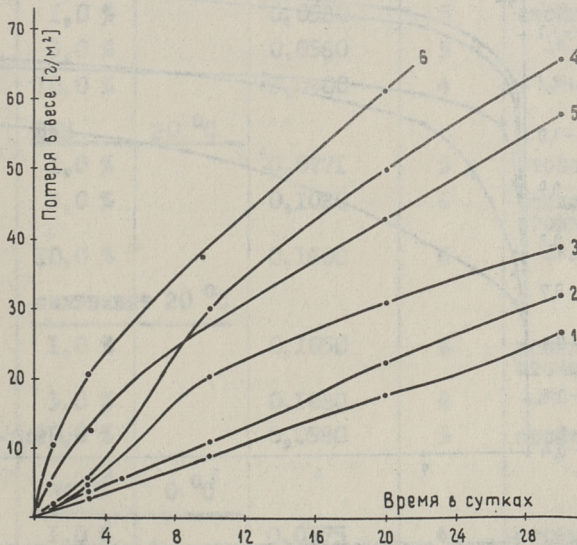
Химический состав металлов

Металл	Химический состав, в %											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mg	Zn	Fe	Al
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сталь 3	0,15	0,03	0,36	0,027	0,029	0,12	0,06	-	-	-	-	-
Чугун СЧ-21-40	3,32	1,78	0,68	0,16	0,086	0,09	0,04	-	-	-	-	-
Дуралюминий Д-16	-	0,31	0,39	-	-	-	-	3,98	1,22	0,15	0,5	-

Результаты исследования

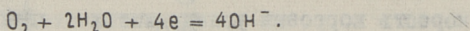
Сталь - 3

Скорость коррозии углеродистых сталей в растворах хлористого натрия зависит от содержания последнего. Самым агрессивным оказался 3 %-ный раствор NaCl . При дальнейшем увеличении концентрации агрессивность раствора хлористого натрия уменьшается. Таким же образом ведет себя и сильвинит (фиг. 1 и табл. 2). Скорость коррозии в 10 %-ных растворах примерно на 15-30 % меньше, чем в 3 %-ных растворах. Это объясняется тем, что с повышением концентрации уменьшается растворимость кислорода в электролите. В связи с этим уве-

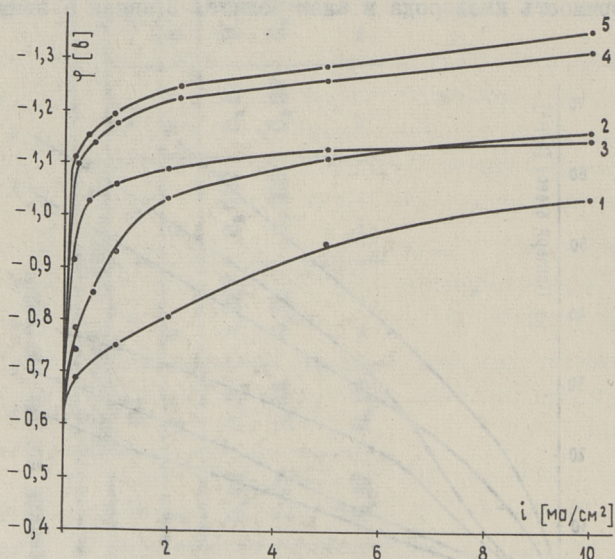


Фиг. 1. Зависимость потери веса стали-3 от концентрации раствора NaCl , сильвинита и НКМ при 20°C .
1 - 10% р-р NaCl ; 2 - 3% р-р NaCl ; 3 - 10% р-р сильвинита; 4 - 3% р-р сильвинита; 5 - 3% р-р НКМ;
6 - 10% р-р НКМ.

личивается перенапряжение катодного процесса (фиг. 2), что и ведет к уменьшению скорости коррозии.



Скорость коррозии стали в растворах сильвинита примерно в 1,5 раза выше, чем в растворах хлористого натрия (фиг.1). Как следует из анодных поляризационных кривых, анодный процесс в растворах сильвинита протекает с меньшим перенапряжением растворения металла, чем в растворах хлористого натрия (фиг. 3).



Фиг. 2. Влияние антигололедных реагентов на катодную поляризацию стали-3.

- 1 - 10% р-р НКМ; 2 - 3% р-р НКМ; 3 - 10% р-р NaCl + 1,0% KNO₃; 4 - 3% р-р NaCl (3% р-р сильвинита); 5 - 10% р-р NaCl (10% р-р сильвинита).

Из опытных данных следует, что в растворах НКМ скорость коррозии углеродистых сталей в 2-4 раза больше, чем в растворах хлористого натрия (фиг. 1 и таблица 2).

Т а б л и ц а 2

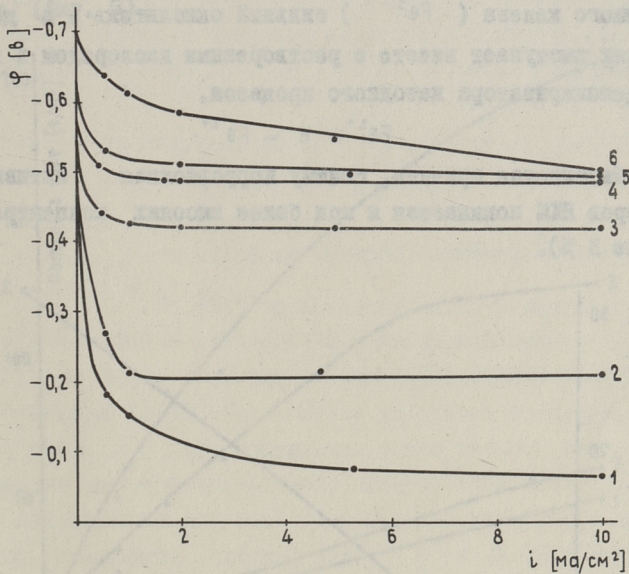
Скорости коррозии стали и чугуна в растворах антигололедных реагентов

Металл	Среда	Температура	Скорость коррозии, мм/год	Балл	Группа стойкости
1	2	3	4	5	6
Сталь-3	NaCl	20 °C			
	1,0 %		0,0520	5	стойкие
	3,0 %		0,0560	5	—"
	10,0 %		0,0400	4	—"
	НКМ	20 °C			
	1,0 %		0,0771	5	стойкие
	3,0 %		0,1020	6	пониженно стойкие
	10,0 %		0,1600	6	—"
	сильвинит	20 °C			
	1,0 %		0,1050	6	пониженно стойкие
	3,0 %		0,1080	6	—"
	10,0 %		0,0580	5	стойкие
	NaCl	0 °C			
	1,0 %		0,0175	4	стойкие
	3,0 %		0,0191	4	—"
	10,0 0		0,0100	4	—"
	НКМ	0 °C			
	1,0 %		0,0262	4	стойкие
3,0 %		0,0394	4	—"	
10,0 %		0,0730	5	—"	

Продолжение таблицы 2

I	2	3	4	5	6				
Чугун СЧ-2I-40	I % NaCl + +0,5 % KNO ₂	20 °C	0,0027	2	весьма стойкие				
	IO % NaCl + +0,5 % KNO ₂					0,043I	4	стойкие	
	I % NaCl + I% KNO ₂					0,00I8	2	весьма стойкие	
	IO % NaCl + I,0 % KNO ₂		0,0353	4	стойкие				
	NaCl	20 °C							
	I,0 %						0,1070	6	пониженно стойкие
	3,0 %						0,1220	6	—"
	IO,0%		0,0695	5	стойкие				
	<u>НКМ</u>	20 °C							
	I,0 %						0,1780	6	пониженно стойкие
	3,0 %						0,2040	6	—"
	IO %		0,3460	6	—"				
	<u>СИЛЬВИНИТ</u>	20 °C							
	I,0 %						0,0955	5	стойкие
	3,0 %						0,1150	6	пониженно стойкие
IO,0 %		0,0685	5	стойкие					
NaCl	0 °C								
I,0 %						0,0110	4	стойкие	
3,0 %						0,0113	4	—"	
IO,0 %		0,0114	4	—"					
<u>НКМ</u>	0 °C								
I,0 %						0,0202	4	стойкие	
3,0 %						0,0322	4	—"	
IO,0 %		0,0445	4	—"					

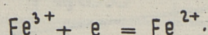
1	2	3	4	5	6
	1 % NaCl + 1,0 % KNO ₂	20 °C	0,0615	5	стойкие
	10 % NaCl + 1,0 % KNO ₂		0,0468	4	стойкие



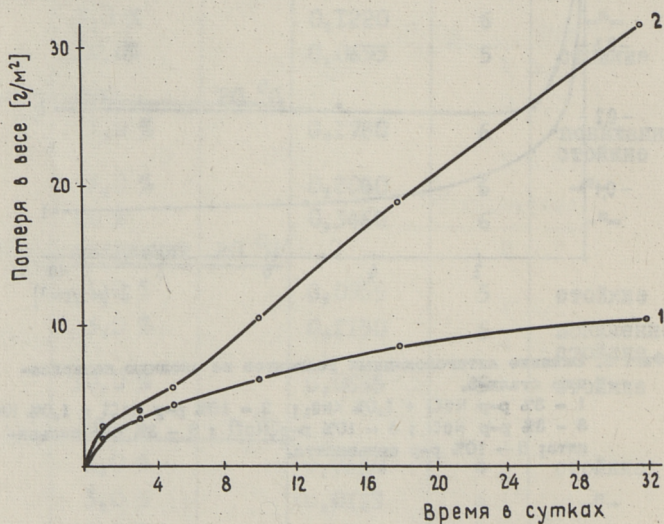
Фиг. 3. Влияние антигололедных реагентов на анодную поляризацию стали-3.
 1 - 3% р-р NaCl + 1,0% KNO₂; 2 - 10% р-р NaCl + 1,0% KNO₂;
 3 - 3% р-р NaCl; 4 - 10% р-р NaCl; 5 - 3% р-р селъвингита; 6 - 10% р-р селъвингита.

Это объясняется тем, что процесс катодной поляризации на углеродистых сталях в растворах НКМ протекает с небольшим

перенапряжением и с повышением концентрации НКМ в растворе перенапряжение катодного процесса уменьшается. Так как нитрат-ион (NO_3^-) в нейтральной среде при потенциале коррозии стали не может являться деполяризатором катодного процесса, то его влияние выявляется косвенным путем. Нитрат-ион способствует окислению ионов двухвалентного железа (Fe^{2+}) в трехвалентное состояние (Fe^{3+}). Как известно, ион трехвалентного железа (Fe^{3+}) сильный окислитель и в данных условиях выступает вместе с растворенным кислородом в качестве деполяризатора катодного процесса.



Этим объясняется причина, почему коррозионная активность растворов НКМ повышается и при более высоких концентрациях (больше 3 %).

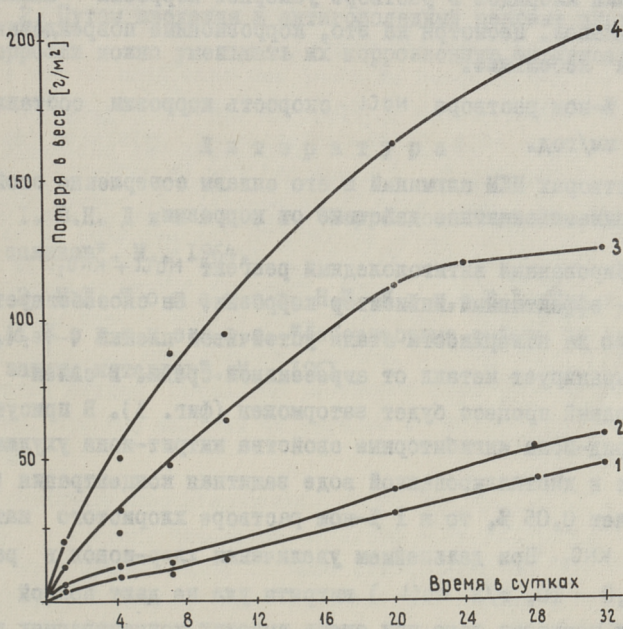


Фиг. 4. Влияние температуры на коррозию стали в 3%-м растворе NaCl — 0°C; 2 — 20°C.

При снижении температуры от 20°C до 0°C скорость коррозии в растворах антигололедных реагентов уменьшается в 3-4 раза (фиг. 4 и таблица 2).

Чугун СЧ_21-40

Чугун из-за гетерогенности структуры менее стоек, чем сталь. Особенно это наблюдается в растворах НКМ при 20°C , где скорость коррозии чугуна примерно в 2 раза выше, чем стали. (фиг. 5).



Фиг. 5. Зависимость потери веса чугуна СЧ-21-40 от концентрации раствора NaCl и силицинта при 20°C .
1 - 10% р-р NaCl ; 2 - 3% р-р NaCl ;
3 - 3% р-р НКМ ; 4 - 10% р-р НКМ.

В хлористых растворах содержание углерода в стали не имеет такого существенного влияния. Скорость коррозии чугуна немного выше, чем стали. Закономерности коррозии у чугуна такие же, как и у стали.

Дуралюминий Д-16

В отношении хлорид-ионов недостаточно стоек. Повышение содержания хлоридов в растворе ускоряет коррозию алюминия и его сплавов. Несмотря на это, коррозионные повреждения алюминия небольшие.

В 10 %-ном растворе NaCl скорость коррозии составляет 0,00785 мм/год.

В растворах НКМ алюминий и его сплавы совершенно стойкие. НКМ оказывает защитное действие от коррозии.

Ингибированный антигололедный реагент $\text{NaCl} + \text{KNO}_2$.

KNO_2 — эффективный ингибитор коррозии. Он способствует образованию на поверхности стали устойчивой пленки $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, которая экранирует металл от агрессивной среды. В связи с этим анодный процесс будет заторможен (фиг. 3). В присутствии хлорид-иона ингибиторные свойства нитрит-иона ухудшаются. Если в дистиллированной воде защитная концентрация KNO_2 составляет 0,05 %, то в 1 %-ном растворе хлористого натрия — 0,5 % KNO_2 . При дальнейшем увеличении хлор-ионов в растворе (3,0 — 10, г/л NaCl) нитриты уже не дают полной защиты от коррозии даже при очень высоких концентрациях нитрита калия (5—8 %). Прибавление 1 % KNO_2 в 10 %-ный раствор хлористого натрия уменьшает коррозию на 30—40 %.

Более перспективной кажется организация производства НКМ таким образом, чтобы наряду с $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ образовался и $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$. В результате этого существенно уменьшаются коррозионные свойства антигололедного реагента.

В ы в о д ы

1. По коррозионно-активности антигололедные реагенты в отношении черных металлов распределяются следующим образом:

хлористый натрий < сильвинит < НКМ,

на алюминии и его сплавах:

НКМ < сильвинит, хлористый натрий.

2. Путем введения в антигололедный реагент ингибиторов коррозии можно уменьшать их коррозионную активность.

Л и т е р а т у р а

1. В.Н. Дятлова. "Коррозионная стойкость металлов и сплавов". М., 1964.

2. Н.Д. Томашов, Н.И. Жук, В.Д. Титов, М.А. Веденеева. "Лабораторные работы по коррозии и защита металлов". М., 1961.

V.Kallast

A.Vaimel

Investigations of Corroding Properties of Antifreezing

Agents

S u m m a r y

Some antifreezing agents as common salt, sylvinite and a special agent NKM were studied under laboratory conditions. It has become evident that sylvinite and the NKM are more aggressive than common salt.

The corroding speed of steel and cast iron in the solution of the NKM is 2...5 times higher than it is in the solution of common salt. In the solution of sylvinite these materials corroded 1,5...2 times quicker in comparison with the solution of common salt. It is possible to reduce corroding speed by adding NaNO_3 or KNO_2 to the solution of antifreezing agents. The relation between the quantities of the inhibitor and the agent must be higher than 1 : 10.

УДК 625.7.06:691.327

М.К. Кошпель, И.А. Куллеркупи

ИЗМЕНЕНИЕ КОГЕЗИИ И УГЛА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ
ПЕСЧАНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА ПРИ ИСПЫТАНИИ ВОДО-
И МОРОЗОСТОЙКОСТИ

В условиях ЭССР, где отсутствуют качественные минеральные материалы для асфальтобетона, большое значение имеет исследование и применение местных известняков. Как подтверждают проведенные исследования [1,2], из известнякового мелкозернистого щебня и искусственного песка, если смеси проектировать возможно плотными, можно изготавливать довольно прочные и погодостойкие асфальтобетоны. Это достигается хорошо выбранным минеральным остовом, а также повышением содержания битума. Последнее уменьшает сдвигоустойчивость покрытия, которая зависит от когезии и от угла внутреннего трения.

Тщательным проектированием можно всегда получить такие смеси, у которых начальные величины этих показателей отвечают всем требованиям. Важными являются не только начальные величины, но и сохранение этих свойств асфальтобетона длительное время в разных природных условиях. До сих пор опубликовано довольно много работ, в которых когезия и угол внутреннего трения рассматриваются в зависимости от температуры и применяемых материалов. Устойчивость этих показателей пока мало изучена.

В данной работе обращается внимание на изменение когезии и угла внутреннего трения песчаного асфальтобетона из местных материалов под воздействием воды и замораживания. Целью работы было выявление закономерностей этих изменений, чтобы

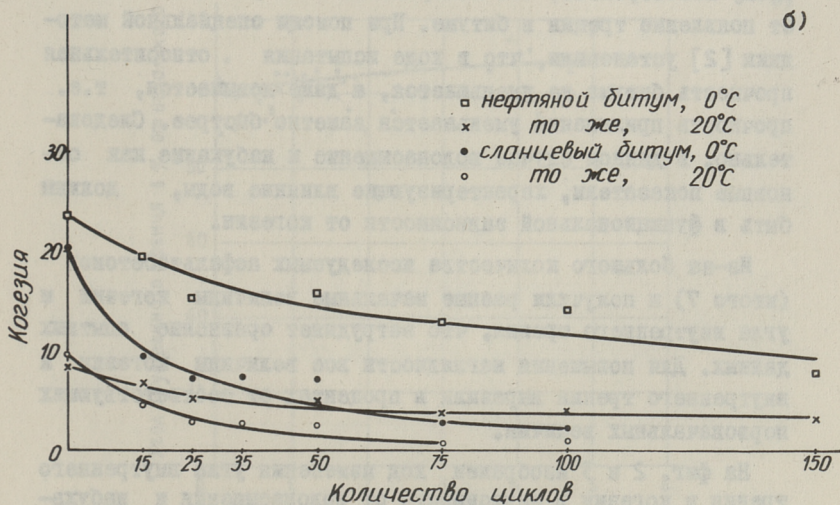
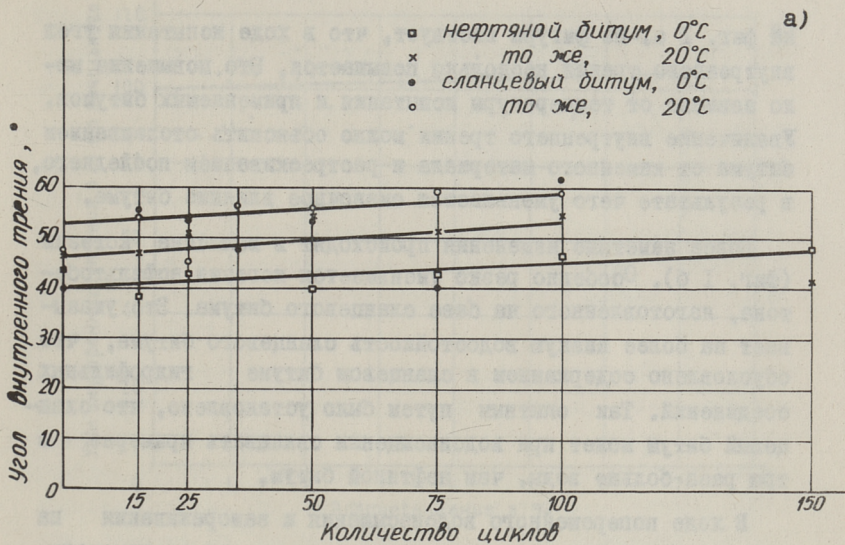
выработать основы для повышения погодоустойчивости асфальтобетона из местных материалов.

Для малопластических тел, к которым можно отнести и асфальтобетоны, довольно приемлемой является теория прочности Мора. По этой теории до предела упругости сопротивление материала определяется только когезией между его частицами. За пределом упругости сопротивление асфальтобетона определяется когезией, а также внутренним трением. Для определения этих величин существуют несколько методов, из которых более точным, но и более трудоемким является метод трехосного сжатия. Менее точным, но очень простым является использование прочностей на растяжение по "бразильскому" методу и на сжатие. Главным преимуществом этого метода является возможность применять стандартные образцы и стандартный способ испытания на сжатие.

"Бразильский" метод был разработан и применен в 1937 г. в Японии и в 1941 г. в Бразилии. По этому методу образцы сжимают по образующей и разрушающее напряжение скалывания считается равным сопротивлению на растяжение. Как показывает Мюллер [3], это напряжение не является растягивающим напряжением, а имеет некоторую связь с ним. Для вычисления когезии и угла внутреннего трения важно установить эту связь. В данной работе эти напряжения рассматривали приблизительно равными. Такое приблизительное решение оправдано, потому что в данной работе, главное внимание обращается на устойчивость величин когезии и угла внутреннего трения при воздействии разных природных факторов. Абсолютные величины этих показателей имеют поэтому второстепенное значение.

Испытаниям подвергали стандартные образцы песчаного асфальтобетона, изготовленные из искусственного известнякового песка или из песка изверженных пород. В качестве вяжущего применяли как сланцевый, так и нефтяной битум. Эти песчаные асфальтобетоны испытывали на морозо- и на водостойкость по методике, которая описывалась нами раньше [2].

Зависимость угла внутреннего трения асфальтобетона от количества циклов водонасыщения-замораживания изображена



Фиг. 1. Изменение угла внутреннего трения (а) и когезии (б) песчаного асфальтобетона из искусственного известнякового песка в зависимости от количества циклов водонасыщения-замораживания.

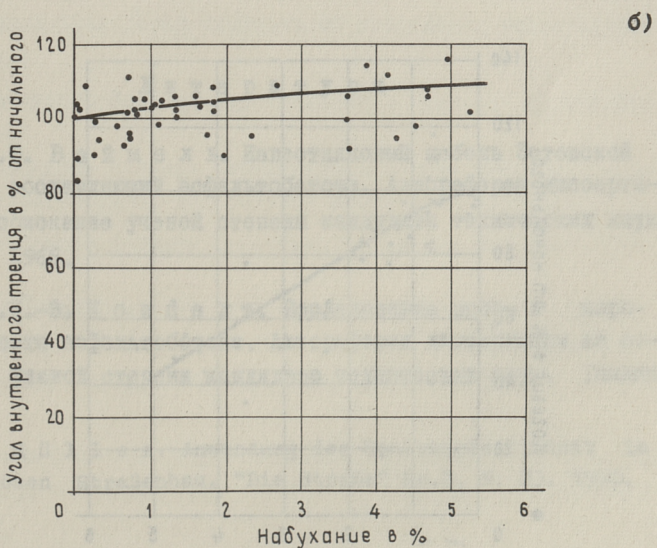
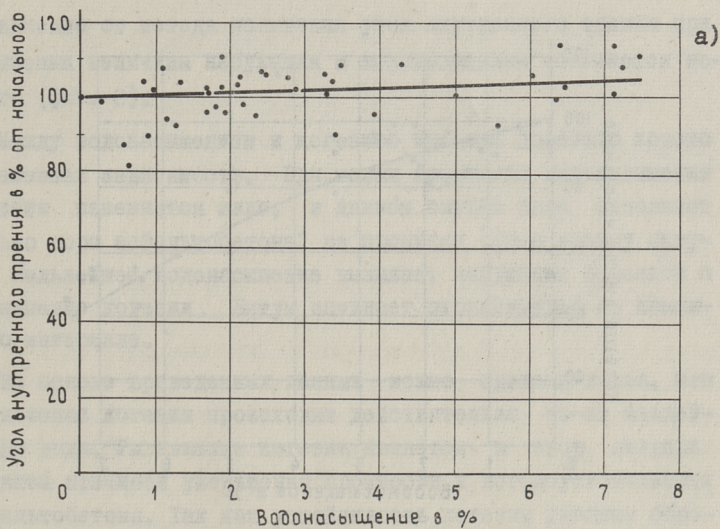
на фиг. I а. Из фигуры явствует, что в ходе испытания угол внутреннего трения несколько повышается. Это повышение мало зависит от температуры испытания и применяемых битумов. Увеличение внутреннего трения можно объяснить отслаиванием битума от каменного материала и растрескиванием последнего, в результате чего уменьшается смазочное влияние битума.

Более заметные изменения происходят в величине когезии (фиг. I б). Особенно резко уменьшается когезия асфальтобетона, изготовленного на базе сланцевого битума. Это указывает на более низкую водостойкость сланцевого битума, что обусловлено содержанием в сланцевом битуме гидрофильных соединений. Так опытным путем было установлено, что сланцевый битум может при водонасыщении связывать примерно в три раза больше воды, чем нефтяной битум.

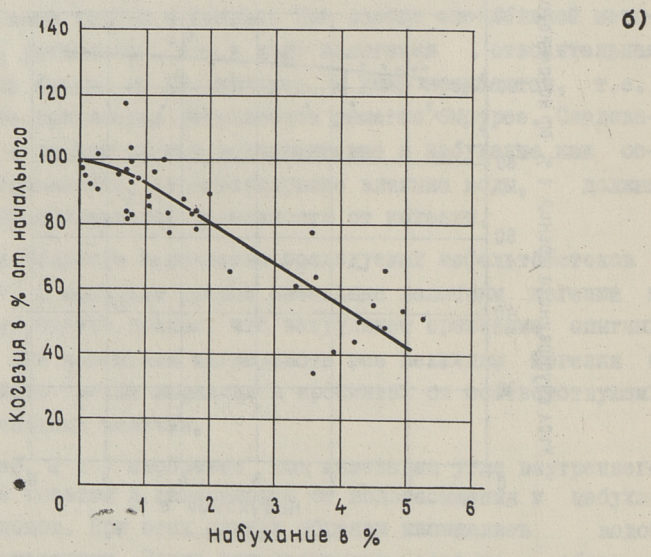
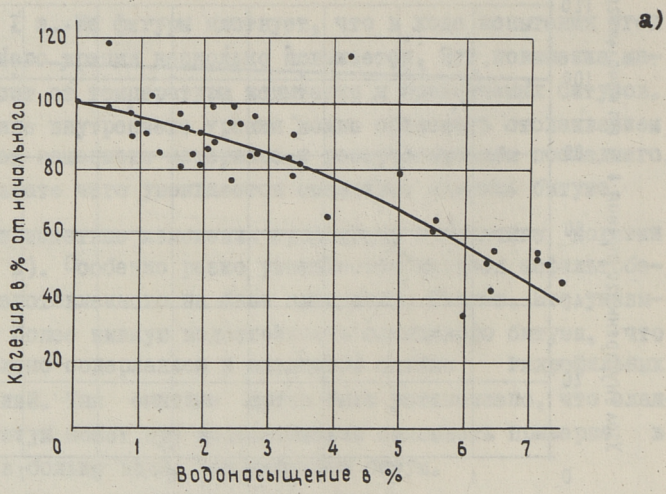
В ходе попеременного водонасыщения и замораживания на асфальтобетон оказывают влияние как вода, так и замораживание. В соответствии с техническими условиями и рекомендациями выбрали маловязкий битум (35 - 45 ° К и Ш), поэтому маловероятно, что попеременное замораживание вызывает появление трещин в битуме. При помощи специальной методики [2] установили, что в ходе испытания относительная прочность битума не уменьшается, а даже повышается, т.е. прочность прилипания уменьшается заметно быстрее. Следовательно, в данном случае водонасыщение и набухание как основные показатели, характеризующие влияние воды, должны быть в функциональной зависимости от когезии.

Из-за большого количества исследуемых асфальтобетонов (итого 7) и получили разные начальные величины когезии и угла внутреннего трения, что затрудняет сравнение опытных данных. Для повышения наглядности все величины когезии и внутреннего трения выразили в процентах от соответствующих первоначальных величин.

На фиг. 2 и 3 изображен ход изменения угла внутреннего трения и когезии в зависимости от водонасыщения и набухания образцов. При этих опытах образцы насыщались водой разными методами. После водонасыщения часть из образцов замораживали, часть хранили при положительных температурах.



Фиг. 2. Изменение угла внутреннего трения асфальтобетона в зависимости от водонасыщения (а) и от набухания (б).



Фиг. 3. Изменение когезии асфальтобетона в зависимости от водонасыщения (а) и от набухания (б).

Независимо от метода испытания угол внутреннего трения при повышении величины набухания и водонасыщения повышается не-много (фиг. 2).

Между водонасыщением и когезией имеется довольно хорошо выраженная зависимость. При малых процентах водонасыщения когезия изменяется мало, в данном случае вода заполняет только поры асфальтобетона, не проникая через пленку битума. Дальнейшее водонасыщение вызывает набухание образцов и уменьшение когезии. Битум начинает отслаиваться от каменного материала.

На основе приведенных данных можно сделать вывод, что уменьшение когезии происходит действительно из-за воздействия воды. Уменьшение когезии является в свою очередь главной причиной уменьшения прочности и погодоустойчивости асфальтобетона. Так как устойчивость когезии главным образом зависит от свойств битума, то для повышения погодоустойчивости асфальтобетона следует особое внимание обращать на качество битума, выбрав только высококачественные сорта.

Л и т е р а т у р а

1. А. Ю. В а й м е л ь. Известняковый щебень Эстонской ССР как составляющий асфальтобетона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Таллин, 1966.

2. М. К. - Э. К о п п е л ь. Исследование водо- и морозостойкости асфальтобетона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Таллин, 1969.

3. F. M ü l l e r. Anwendung der Spaltzugfestigkeit im bituminösen Straßenbau. "Die Straße" Nr. 2, S. 83. 1970.

I.Kullerkupp, M.Koppel

Changes in Values of Cohesion and the Angle of
Internal Friction of Sand Asphalt during the
Freezing and Thawing Test

S u m m a r y

The report gives the results of the investigations on sand asphalt mixes made from the local materials. It was determined experimentally that alternate wetting and freezing increased the angle of internal friction only a little and essentially decreased the cohesion of the mix. Consequently, weather-proof sand asphalt is received if specific attention is given to the bitumen which the cohesion of the asphalt mix depends upon.

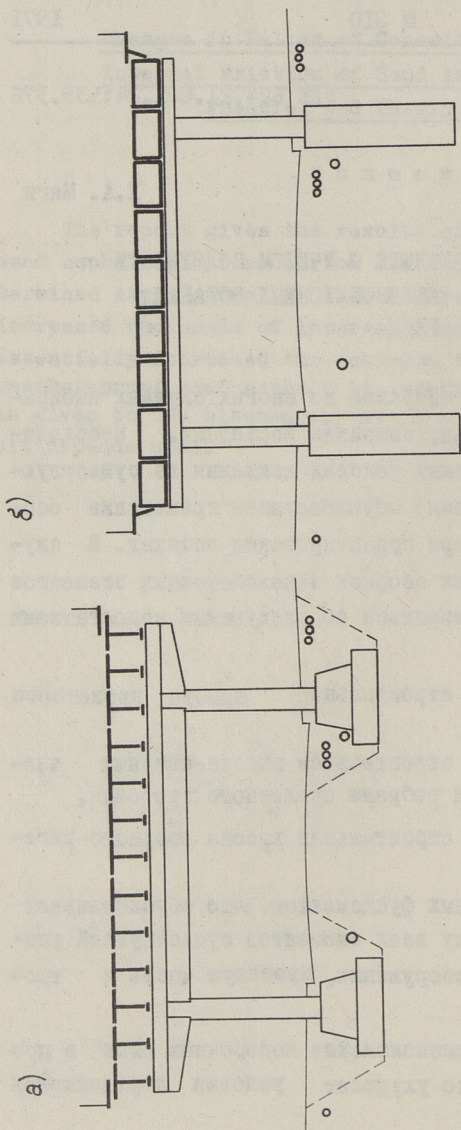
УДК 624.21.001.24:539.376

Х.А. Мяги

О КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТЕ С УЧЕТОМ ПОЛЗУЧЕСТИ
БЕТОНА СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭСТАКАД
СКОРОСТНЫХ УЛИЦ

Трассы скоростных магистралей во многих случаях выбирают по существующим улицам, сохраняя последние. Необходимость обеспечения требуемых условий движения на существующих улицах (под эстакадами) обуславливает применение особых конструктивных мер при проектировании эстакад. В случае использования типовых сборных железобетонных элементов в эстакадах приходится мириться со следующими недостатками (фиг. 1а):

- 1) чрезмерно большая строительная высота пролетного строения,
- 2) чрезмерно большая строительная высота опорных частей, сосредоточенных под ребрами пролетного строения,
- 3) чрезмерно большая строительная высота опорного ригеля,
- 4) громоздкость опорных фундаментов, что обуславливает основательную перестройку всех элементов существующей улицы, включая подземные сооружения, проезжую часть и тротуары,
- 5) чрезмерно частое расположение поперечных швов в проезжей части эстакады, что ухудшает условия передвижения экипажей,
- 6) затруднительность применения конструкции без оклеечной изоляции в качестве проезжей части эстакады,



Фиг. 1. Поперечные сечения двух разновидностей эстакад скостных ульи.

7) затруднительность постройки эстакады на кривых перегонах.

Изложенные недостатки в большей или меньшей мере возможно устранить при изменении конструкции в следующем (см. фиг. 1б):

1) пролетное строение смонтировать из железобетонных коробчатых балок.

2) переход на коробчатые главные балки открывает возможность применения резиновых опорных частей,

3) ребро опорного ригеля помещается между концами главных балок из соседних пролетов, а балки опираются на боковые полки ригеля (фиг. 2б),

4) стойки опорного ригеля углубляются на большую глубину (если грунтовые условия благоприятны для этого). Этим достигается необходимая несущая способность и устойчивость стоек, для обеспечения сохранности подземных коммуникаций при углублении стоек применяется буровой способ,

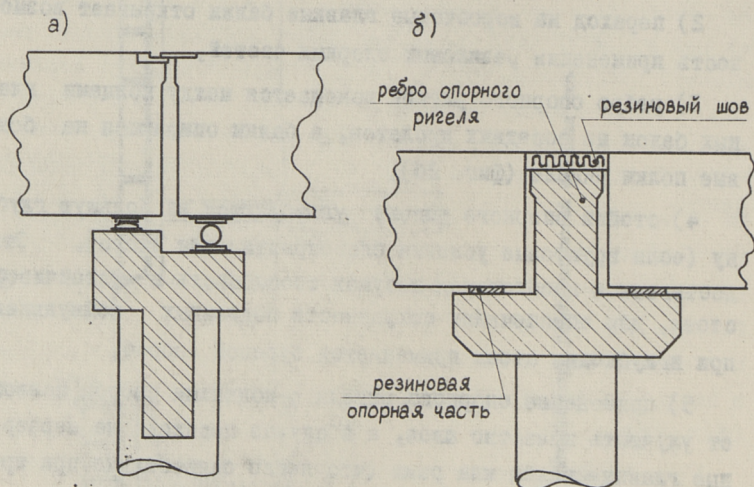
5) применение опорного ригеля с поднятым ребром позволяет улучшить качество швов, а в случае перехода на неразрезные главные балки или рамы (что легко осуществимо при предложенной схеме) сокращается и количество швов,

6) монолитный бетон в плите проезжей части (см. фиг. 3) может быть успешно применен в качестве основания для покрытия без оклеечной гидроизоляции,

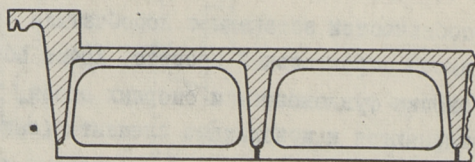
7) пологие горизонтальные кривые легко осуществимы при помощи клиновидного плана ребра опорного ригеля.

Среди особенностей эстакады с коробчатыми балками особое место имеет строительный процесс. Кроме сборных элементов (оболочки фундаментов и опорных стоек, коробчатые балки), применяются и монолитные элементы (заполнение фундаментов и стоек, опорные ригеля, тротуарные консоли, бетон омоноличивания балок и верхний слой плиты проезжей части). Однако монолитный железобетон применяется только в элементах, которые в строительстве имеют изменчивую высоту или

ширину и тем самым могут обеспечивать более рациональное положение вышележащих элементов. Высокая индустриальность строительства обеспечивается применением в качестве опалубки сборных железобетонных элементов или в отдельных случаях металлической щитовой опалубки (днища и концы опорного ригеля и тротуарный консоль).

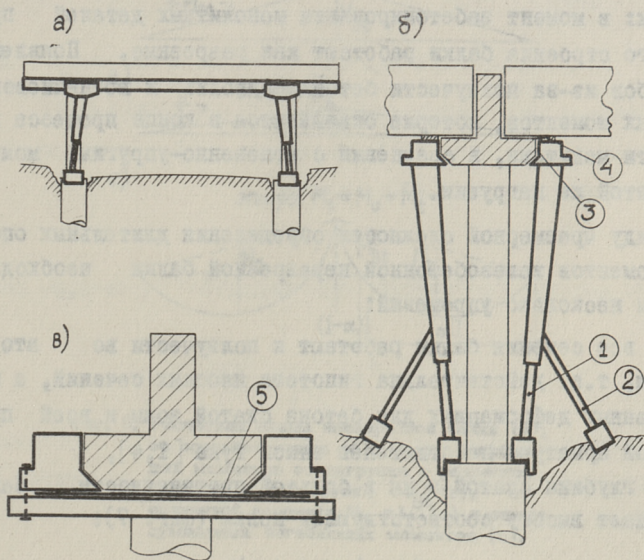


Фиг. 2. Сечения опорных узлов двух разновидностей эстакад.



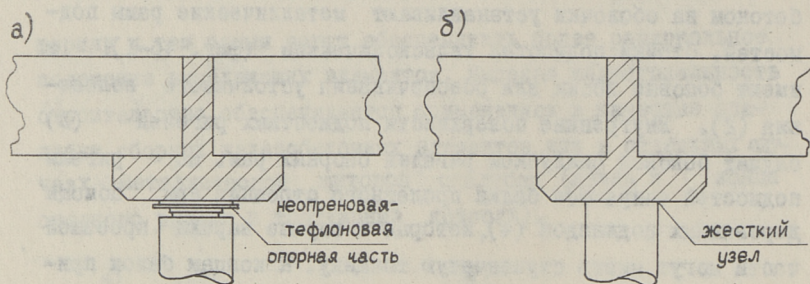
Фиг. 3. Расположение сборных элементов и монолитного бетона в многокоробчатом сечении пролетного строения эстакады.

После заложения фундаментных оболочек и заполнения их бетоном на оболочки устанавливают металлические рамы подмостей. Стойки подмостей телескопические (фиг. 4б-1) и имеют боковые носки для обеспечения устойчивого положения (2). Внутренние поверхности подмостных ригелей (3) служат боковой опалубкой ригелей опорных рам. На ригели подмостей опираются балки пролетного строения при помощи деревянных подкладок (4), которые в случае виража проезжей части могут иметь ступенчатую толщину. К концам балок приклеиваются резиновые опорные части и одеваются опалубочные детали из кровли или других удобных материалов. Устанавливается арматура и лишь тогда монтируется дно опалубки опорного ригеля (5). Ригель опорной рамы эстакады бетонируется после установки балок, что позволяет более точно скопировать их конфигурацию.



Фиг. 4. Металлическая рама подмостей и ее детали.

Конструкция опорного узла гораздо упрощается в случаях применения неразрезно-балочной или рамной эстакады (фиг.5). Пластмассовые опорные части неразрезных балок целесообразно установить на головки стоек.



Фиг. 5. Опорные узлы неразрезно-балочной (а) и рамной эстакады (б).

Усилия в неразрезных балках от подвижной нагрузки определяются обыкновенными способами. Некоторые осложнения появляются при определении усилия от длительнодействующих нагрузок: в момент забетонирования монолитных деталей пролетного строения балки работают как разрезные. Появление прогибов из-за ползучести бетона приводит к возникновению опорных моментов, которые оказываются в конце процесса ползучести меньшими, в сравнении с мгновенно-упругими моментами этой же нагрузки.

Ввиду чрезмерной сложности определения длительных опорных моментов железобетонной неразрезной балки необходимо ввести несколько упрощений:

1) все сечения балки работают к ползучести во второй стадии, т.е. действительна гипотеза плоских сечений, а при мгновенных деформациях для бетона сжатой зоны и всей продольной арматуры действителен закон Гука [1,4],

2) глубина сжатой зоны в большой протяженности балки превышает высоту соответствующей полки (фиг. 7):

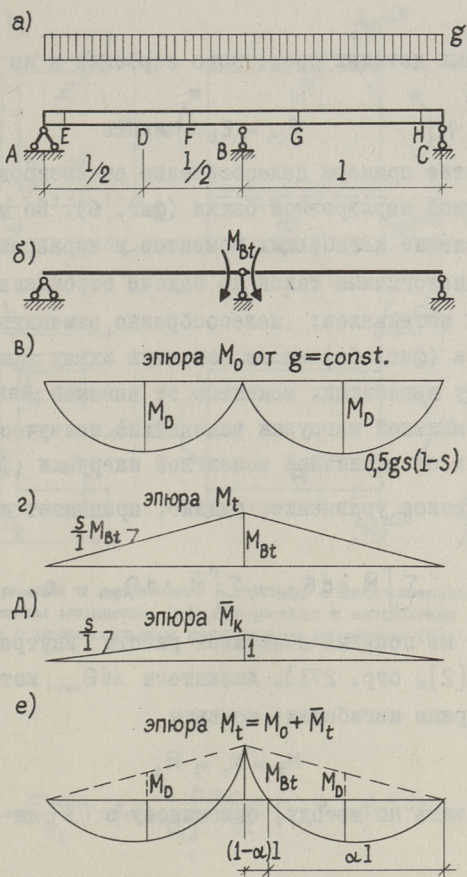
$$x_{1t} < h_1, \quad x_{2t} < h_2; \quad (I)$$

3) толщина элементов, образующих коробку, сравнительно мала относительно их ширины и высот (фиг. 7),

4) сжатая арматура не учитывается,

5) теория старения ползучести бетона является достаточно точной для практических инженерных расчетов,

6) модули упругости бетона одинаковы во всех сборных



Фиг. 6. Расчетная схема неразрезной балки (а), ее основная схема (б), эпюры изгибающих моментов от нагрузки в разрезной балке (в), от нагрузки M_{Bt} (г), от единичной нагрузки $M_B = 1$ (д) и эпюра суммарных изгибающих моментов (е).

и монолитных деталях пролетного строения и не изменяются во времени

$$E_{bt} = E_b = \text{const.} \quad (2)$$

В качестве примера целесообразно анализировать расчет двухпролетной неразрезной балки (фиг. 6). Во многих деталях определение изгибающих моментов в неразрезной балке является аналогичным такой же задаче строительной механики упругих материалов: целесообразно заменить расчетную схему балки (фиг. 6а) на ее основную схему (фиг. 6б), создать эпюру изгибающих моментов от внешней нагрузки (фиг. 6в), от моментной нагрузки вследствие ползучести бетона (фиг. 6г) и от единичной моментной нагрузки (фиг. 6д).

Каноническое уравнение, однако, принимает немного иной вид

$$\sum \int \bar{M}_k \Delta d \Theta_{1m} + \sum \int \bar{M}_k \Delta d \Theta_{2m} = 0, \quad (3)$$

вытекающий из понятия возможной работы внутренних сил (например [2], стр. 271). Множители $\Delta d \Theta_{nm}$, которые учитывают суммарные изгибающие моменты

$$M_t = M_0 + \bar{M}_t \quad (4)$$

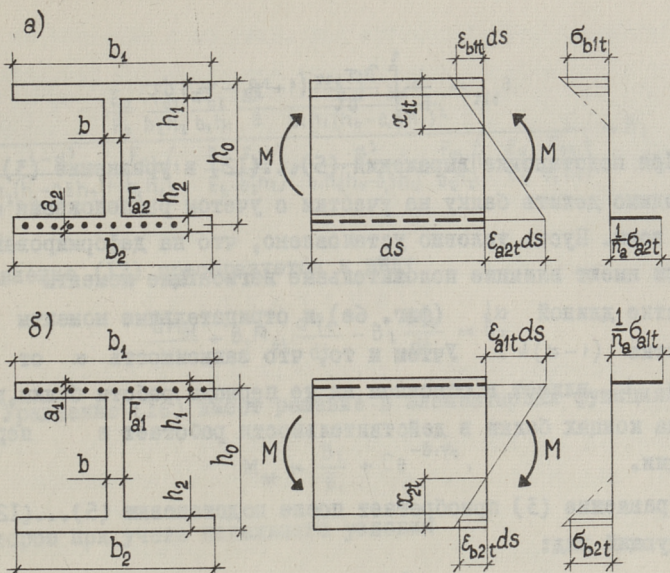
можно выразить по методу, описанному в [3] на стр. 246... 252:

$$\Delta d \Theta_{1m} = \frac{\varepsilon_{bt} - \varepsilon_{bt0} + \varepsilon_{a2t} - \varepsilon_{a20}}{h_0 - 0,5 h_1} ds \quad (5)$$

относительный поворот противоположных граней элементарного отрезка балки для участков с растянутой арматурой внизу и

$$\Delta d \Theta_{2m} = \frac{\varepsilon_{bt} + \varepsilon_{bt0}}{h_0 - 0,5 h_2} ds \quad (6)$$

для участков с растянутой арматурой у верхней грани. Фибровые относительные деформации (фиг. 7) определяются следующими формулами (если не учитывать сжатую зону в стенке балки):



Фиг. 7. Деформация и напряжения в сечении с положительным изгибающим моментом (а); деформация и напряжения в сечении с отрицательным изгибающим моментом (б).

$$\epsilon_{b1t} = \frac{\sigma_{b10}}{E_b} (1 + \varphi_t) + \frac{1}{E_b} \int_0^t \frac{\partial \sigma_{b1\tau}}{\partial \tau} (1 + \varphi_t - \varphi_\tau) d\tau, \quad (7)$$

$$\epsilon_{b10} = \frac{\sigma_{b10}}{E_b} = \frac{M_0}{E_b b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)}, \quad (8)$$

$$\epsilon_{a2t} = \frac{\sigma_{a2t}}{E_a} = \frac{M_t}{E_a F_{a2} (h_0 - 0,5 h_1)}, \quad (9)$$

$$\epsilon_{a20} = \frac{\sigma_{a20}}{E_a} = \frac{M_0}{E_a F_{a2} (h_0 - 0,5 h_1)}, \quad (10)$$

$$\epsilon_{a1t} = \frac{\sigma_{a1t}}{E_a} = \frac{M_t}{E_a F_{a1} (h_0 - 0,5 h_2)}, \quad (11)$$

$$\varepsilon_{b2t} = \frac{1}{E_b} \int_0^t \frac{\partial \sigma_{b2\tau}}{\partial \tau} (1 + \varphi_t - \varphi_\tau) d\tau. \quad (I2)$$

При подстановке выражений (5)...(I2) в уравнение (3) необходимо делить балку на участки с учетом расположения сжатой зоны. Пусть условно установлено, что на деформирование балки имеют влияние положительные изгибающие моменты на участке длиной αl (фиг. 6е) и отрицательные моменты на участке $(1-\alpha)l$. Учтем и то, что зависимость α от времени t влияет в основном на те периоды работы балки, когда на концах балки в действительности работает в первой стадии.

Уравнение (3) приобретает после подстановки (5)...(I2) следующий вид:

$$\begin{aligned} & 2 \int_{\alpha l}^l \frac{s^2 ds}{(h_0 - 0,5 h_2)^2 l^2} \left[\frac{1}{E_b b_2 h_2} \int_0^t \frac{dM_{B\tau}}{d\tau} (1 + \varphi_t - \varphi_\tau) d\tau + \frac{M_{Bt}}{E_a F_{a1}} \right] - \\ & - 2 \int_0^{\alpha l} \frac{1}{E_b b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)^2 l^2} \left[\frac{g s^2 (l-s) \varphi_t}{2} - s^2 \int_0^t \frac{dM_{B\tau}}{d\tau} (1 + \varphi_t - \varphi_\tau) d\tau \right] ds + \\ & + 2 \int_0^{\alpha l} \frac{M_{Bt} s^2 ds}{E_a F_{a2} (h_0 - 0,5 h_1)^2 l^2} = 0. \end{aligned} \quad (I3)$$

После дифференцирования по t , интегрирования по ds , необходимых выкладок и обозначений:

$$\frac{\frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a1}}{b_2 h_2} \frac{F_{a2}}{b_1 h_1} \left[\frac{1-\alpha^3}{b_2 h_2 (h_0 - 0,5 h_2)^2} + \frac{\alpha^3}{b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)^2} \right]}{\frac{1-\alpha^3}{b_2 h_2 (h_0 - 0,5 h_2)^2} \frac{F_{a2}}{b_1 h_1} \left(1 + \frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a1}}{b_2 h_2} \right) + \frac{\alpha^3}{b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)^2} \frac{F_{a1}}{b_2 h_2} \left(1 + \frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a2}}{b_1 h_1} \right)} = B_1, \quad (I4)$$

$$\frac{\frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a1}}{b_2 h_2} \frac{F_{a2}}{b_1 h_1} \frac{g l^2}{8} \frac{4\alpha^3 - 3\alpha^4}{b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)^2}}{\frac{1 - \alpha^3}{b_2 h_2 (h_1 - 0,5 h_2)^2} \frac{F_{a2}}{b_1 h_1} \left(1 + \frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a1}}{b_2 h_2}\right) + \frac{\alpha^3}{b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)^2} \frac{F_{a1}}{b_2 h_2} \left(1 + \frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a2}}{b_1 h_1}\right)} = B_2 \quad (15)$$

уравнение (13) преобразуется к виду

$$\frac{dM_{Bt}}{dt} + B_1 M_{Bt} \frac{d\varphi_t}{dt} - B_2 \frac{d\varphi_t}{dt} = 0, \quad (16)$$

Уравнение (16) имеет решение в элементарных функциях

$$M_{Bt} = \frac{B_2}{B_1} + C e^{-B_1 \varphi_t}, \quad (17)$$

которое при учете начального условия

$$M_{Bt} \Big|_{t=0} = 0 \quad (18)$$

выражается в виде:

$$M_{Bt} = \frac{B_2}{B_1} (1 - e^{-B_1 \varphi_t}). \quad (19)$$

Коэффициент $\frac{B_2}{B_1}$ определяется по формуле:

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{\frac{g l^2}{8} \frac{4\alpha^3 - 3\alpha^4}{b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)^2}}{\frac{1 - \alpha^3}{b_2 h_2 (h_1 - 0,5 h_2)^2} + \frac{\alpha^3}{b_1 h_1 (h_0 - 0,5 h_1)^2}}, \quad (20)$$

а коэффициент B_1 по формуле (14). Если верхние и нижние полки балки одинаковой конструкции, тогда

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{g l^2}{8} (4\alpha^3 - 3\alpha^4), \quad (21)$$

$$B_1 = \frac{\frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a1}}{b_1 h_1}}{1 + \frac{E_a}{E_b} \frac{F_{a1}}{b_1 h_1}} = \frac{n_a \bar{\mu}_{a1}}{1 + n_a \bar{\mu}_{a1}}, \quad (22)$$

из чего явствует, что M_{bt} сильно зависит от коэффициента α . В принципе можно α определить из эпюры суммарных изгибающих моментов (фиг. 6е), однако, $1-\alpha$ изменяется во время образования M_{bt} от 0 до окончательного значения $1-\alpha_k$. Ввиду того, что $1-\alpha_t$ пропорционально M_{bt} , можно установить зависимость

$$1-\alpha_t \approx \frac{B_2}{B_1} (1-\alpha_m) (1-e^{-B_1 \varphi t}), \quad (23)$$

из которой можно определить оптимальную величину

$$\begin{aligned} 1-\alpha &= \frac{1}{t} \int_0^t (1-\alpha_\tau) d\tau = \frac{B_2}{B_1} \frac{1-\alpha_m}{t} \int_0^t (1-e^{-B_1 \varphi \tau}) d\tau = \\ &\approx \frac{B_2}{B_1} (1-\alpha_m) \left[1 - \frac{1}{B_1 \varphi t} (e^{-B_1 \varphi t} - 1) \right]. \end{aligned} \quad (24)$$

Из мгновенно-упругой задачи можно получить $1-\alpha_m = 0,25$, следовательно, в реальных значениях B_I и φ_t исходным значением α является 0,80.

Предложенная методика позволяет учесть и изменчивость количества арматуры в растянутых зонах, например, приближенными зависимостями:

$$F_{a1} \approx F_{aB} \left[\frac{3,55}{l^2} (s + 0,5l)^2 + 0,20 \right], \quad (25)$$

$$F_{a2} \approx F_{aD} \left[\frac{1,20}{l^2} s(l-s) + 0,30 \right], \quad (26)$$

ввиду того, что интегралы в (13) и тогда решаются в элементарных функциях. Однако формула для M_{bt} при учете (25) и (26) оказывается гораздо сложнее формулы (19). В формулах (25) и (26) F_{aB} и F_{aD} обозначают максимальные количества арматуры соответственно у верхней (сечение B) и нижней (сечение D) гранях (фиг. 6а).

В заключение: предложенное обновление конструкции сборных железобетонных эстакад позволит улучшить условия движе-

ния по эстакаде и по улице под эстакадой. Проезжаемость на эстакаде улучшится еще больше, если главные балки последнего построить по неразрезной схеме. Возникающие длительные изгибающие моменты в неразрезной балке можно достаточно точно определить по формулам типа (19).

Л и т е р а т у р а

1. В.Н. Г у с а к о в. О связи деформированным и напряженным состоянием сжатой зоны в железобетонных элементах в линейной области ползучести бетона при длительном воздействии постоянной нагрузки. Сборник трудов Всесоюзного научно-исследовательского института строительных материалов и конструкций. № 14, (42), 1969.

2. В.А. К и с е л е в. Строительная механика, 1960.

3. И.И. У л и ц к и й, Ч ж а н Ч ж у н - я о, А.В. Г о л ы ш е в. Расчет железобетонных конструкций с учетом длительных процессов, 1960.

4. Е. Н а м п р е, Н. К ö р р l e r. Kriechen und Schwinden bei Querschnitten mit gerissener Betonzugzone. Handbibliothek Bauwesen. Heft 6. 1967.

H. Mägi

On the Construction and Calculation Considering
the Creep of Precast Concrete Elevated Urban
Motorways

S u m m a r y

If a structure of an elevated urban motorway is erected by using standard reinforced concrete elements, the construction above the low-level local street is redundantly thick. From this point of view a structure with the piers, the ribs of which are located between the ends of box-beams, is of advantage.

These ribs are convenient for joining with continuous deck-beams. In precast concrete continuous beams the bending moments due to moving load are determined in the same way as in an ordinary continuous beam. But the moments at supports due to dead load have an initial value of zero and then will grow up due to the creep of concrete. An equation for determining the bending moments at supports due to dead load is composed and solved.

УДК 656.238.027

И.О. Пихлак

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДВИЖНОСТИ СЕМЕЙ, ИМЕЮЩИХ ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ

Индивидуальный легковой транспорт в недалеком будущем станет главной составляющей уличного движения и основным источником его затруднений. Одним из наиболее актуальных вопросов организации городского движения явится распределение поездок между общественным и индивидуальным видами транспорта. Из всех поездок, совершаемых на легковых автомобилях, особый интерес представляют трудовые поездки как наиболее регулярные и сконцентрированные в часы пик.

Для подробного исследования факторов, влияющих на использование личных автомобилей для трудовых передвижений, во время техосмотра с 18 апреля по 21 мая 1969 года в ГАИ Таллина был проведен выборочный устный стандартизированный опрос (интервью) владельцев личных автомобилей.¹ Объем выборки был определен по данным ранее выполненных обследований [2]. Всего было опрошено 878 владельцев, что составляет 10,3 % от общего их количества. Вопросник содержал 34 вопроса. По всем вопросам было предложено до 14 вариантов возможных закрытых ответов, которых опрашиваемый не знал. При опросе учетчик отмечал ответы сразу цифрой (кодом) того столбца, в котором находился заданный ответ. На опрос одного владельца требовалось 8-12 минут времени.

¹ В работе принимали участие инженеры Ю.Киви и Т.Метсвахи

Для математической обработки данных опроса использовалась ЭВМ "Минск-22". Была применена программа обработки анкет социологических обследований, разработанная в Институте кибернетики АН ЭССР [6]. Для получения 75 двумерных и 5 трехмерных таблиц потребовался 1 час 50 минут машинного времени. Кроме частот, в таблицах указаны их доли (в %) от итогов по рядам и столбцам, приведены информационные множители Пирсона, Нильсона, Чупрова, Линфута, хи-квадрат и степень свободы.

Для проведения корреляционного и регрессивного анализа использовалась стандартная программа [1]. Для получения уравнений линейной и нелинейной корреляции между 17 парами вопросов потребовалось 35 минут.

По сравнению с ранее проведенными обследованиями (Таллин, Ереван, Москва, Киев и др.), основными дополнениями применяемой методики являлись:

1. Использование квалифицированных учетчиков вместо заполнения анкет самими владельцами.

2. Социологическая направленность исследования. Теперь были заданы вопросы о количестве членов семьи, суммарной месячной зарплате семьи, характеристике типа квартиры, причине отсутствия гаража, характеристике гаража по виду владения, а также устанавливающие пол и профессию владельца.

3. Детальное изучение временных характеристик. Изучались затраты времени при передвижении на работу по их составляющим: время подхода к месту хранения (остановки общественного транспорта), подготовка автомобиля к поездке (ожидания на остановке), время поездки, время подхода к месту работы от стоянки (остановки). Спрашивалось, почему владелец автомобиля предпочитает личный или общественный вид транспорта при поездке на работу.

Для дополнения данных опроса было проведено дневниковое обследование передвижений семей, имеющих автомобиль. Обрато было получено 21 % из выданных дневников (от 237 вла-

дельцев), что составляет 2,8 % от общего их количества. При 95 % вероятности ошибка выборки составляет 7-10 % среднего значения показателя (при разных значениях дисперсии). Дневниковое обследование было проведено с использованием скользящего графика, т.е. в обследование попали все дни недели в течение месяца. Данные дневникового обследования, ввиду малого их количества, обрабатывались вручную.

В дневнике владелец отмечал : марку автомобиля, район места жительства, количество членов семьи и их возраст, пол, профессию. Владелец отмечал также в таблицах дневника следующие данные о всех поездках, совершаемых им и членами его семьи в течение двух последующих опросу дней: районы отправления и назначения, цель поездки, начало передвижения, общие и в т.ч. отдельные затраты времени для транспортного передвижения, вид транспорта. При пользовании личным автомобилем необходимо, кроме того, указать еще: наполнение автомобиля, вид используемой стоянки, протяженность поездки (в виде записи показателей спидометра от начала и до конца поездки).

Основные результаты исследования

Средняя величина семьи автовладельца - 3,1 человека, что соответствует данным по всему населению. Наличие или отсутствие автомобиля в семье определяется прежде всего ее разным материальным положением. Месячный доход семей, имеющих автомобиль, составляет в среднем 267 рублей, что примерно в 1,3 - 1,4 раза выше, чем в семьях без автомобиля. Для сравнения этот показатель можно сопоставить с аналогичным по другим городам. Так, по данным транспортного обследования Большого Лондона в 1962 г. на 1000 жителей столицы Великобритании приходилось 15 легковых автомобилей при годовом доходе семьи менее 500 фунтов стерлингов (по курсу до девальвации - 1255 рублей), 83 при доходе менее

1000 £ и соответственно 156 - 1500 £ , 214 - 2000 £ , 262 - 3000 £ и 285 при доходе свыше 3000 £ [10].

В США автомобилями владеет только 33 % семей с низким доходом (менее 1000 долларов в год) и 95 % семей с доходом 10 тыс. долларов в год и выше. Второй автомобиль имеет только 1 % семей с низким уровнем дохода и 39 % семей с доходом 10 тыс. долларов и выше [9].

Распределение автовладельцев и членов их семей по профессии представлено в таблице I (в %).

Т а б л и ц а I

№ п.п.	Профессия	Автовладельцы		Семьи автовладельцев Таллина
		Таллин	Москва	
1	Служащие	47,3	53,0	30,4
2	Рабочие, в т.ч. шоферы	27,9 1,7	21,0 7,0	18,7 1,6
3	Сотрудники научных институтов, преподаватели и учителя	11,0	15,0	6,4
4	Работники культурных учреждений и медицины, члены творческих союзов	5,0	2,0	4,4
5	Работники сельского хозяйства Кроме того: в состав семьи входят:	1,3	-	0,3
6	Студенты, учащиеся	-	-	19,3
7	Пенсионеры	7,2	9,0	9,5
8	Домохозяйки	0,4	-	7,7
9	Дети дошкольного возраста	-	-	3,3
	Итого	100,0	100,0	100,0

Уровень автомобилизации ниже в районах с большой плотностью населения и выше в малонаселенных районах. Об этом свидетельствует полученное регрессионное уравнение с отрицательным коэффициентом корреляции:

$$y = 38,4 - 0,091x$$

$$z = -0,904,$$

где y — количество личных легковых автомобилей на 1000 жителей района,

x — плотность населения рассматриваемого района (чел/га).

Из проведенного анализа явствует, что прогнозы перспективной насыщенности автомобилями следует дифференцировать по районам города, а расчеты перспективных корреспонденций между транспортными районами должны выполняться с учетом этой неравномерности.

В семьях, имеющих автомобили, последний становится основным средством передвижения. При наличии в семье автомобиля 71 % из всех поездок членов семьи совершается с его помощью. В семьях без автомобиля на долю общественного транспорта приходится 95 % всех совершаемых поездок. Вместе с загородными поездками на семью с автомобилем в средний день недели (изучаемого сезона) приходилось 9,3 поездки. Число поездок на семью с приобретением автомобиля возрастает в 1,5 раза, причем количество поездок, совершаемых на общественном транспорте, уменьшается в 2,3 раза.

Сравнение между распределениями городских поездок между видами транспорта (в %) в Таллине и Лондоне [10] приведено в таблице 2.

Из данных таблицы 2 явствует, что с повышением уровня автомобилизации транспортная подвижность населения города приближается к подвижности семей, имеющих автомобиль. Дополнительные поездки связаны, обычно, с целями отдыха или заменяют некоторые из прежних пеших передвижений. Величина транспортной подвижности семьи зависит от времени года.

Транспортная подвижность семьи растет при увеличении доходов и количества автомобилей в семье, как показывают данные по Лондону [10] (см. табл. 3).

Транспортная подвижность одного члена семьи колеблется в меньшей мере, так как семья без автомобиля состоит в среднем из 2,64 членов, с 1 автомобилем — 3,19 членов и с 2 и более автомобилями — 4,08 членов [10].

Т а б л и ц а 2

Показатель	В семье с авто- мобилем		В семье без автомобиля	
	Таллин	Лондон	Таллин	Лондон
Общественный транспорт	29	34	95	87
Индивидуальный транспорт	71	66	5	13
Итого	100	100	100	100
Количество поездок в день на семью	6,56	6,46	4,46	2,96
Количество поездок в день на 1 члена семьи	2,10	2,02	1,44	1,13
Среднее число членов семьи	3,10	3,19	3,10	2,63
Среднее число работающих членов семьи	1,8	1,65	1,8	1,23

Т а б л и ц а 3

Годовой доход, фунтов стерлингов	Количество автомобилей в семье		
	0	1	2
Менее 1000	2,06	4,05	-
1000 - 2000	3,07	5,29	7,61
более 2000	-	6,63	10,95

Распределение всех поездок семьи с автомобилем (в числителе) в Таллине приведено в таблице 4 (в %). Для сравнения в таблице 4 приведено распределение всех поездок всего населения в городах США (в знаменателе) [8].

Во время обследования в городах США на 1000 жителей приходилось в среднем 192 легковых автомобиля. Таблица 4 еще раз показывает, что с ростом уровня автомобилизации транспортная подвижность и ее структура по всему населению города приближается к тем же показателям в семьях с автомобилем.

Таблица 4

Цели поездок	Доля от всех поездок, %		
	на личном автомобиле	на обществ. транспорте	всего
На работу и по делам	<u>19,0</u>	<u>13,0</u>	<u>32,0</u>
	17,1	10,8	27,9
Покупки и обслуживание	<u>13,2</u>	<u>3,6</u>	<u>16,8</u>
	5,0	2,6	7,6
Учеба	<u>0,7</u>	<u>3,3</u>	<u>4,0</u>
	-	-	-
Развлечения	<u>4,5</u>	<u>1,7</u>	<u>6,2</u>
	9,4	2,6	12,0
Загородные места отдыха	<u>12,0</u>	<u>0,3</u>	<u>12,3</u>
	-	-	-
Прочие	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
	4,6	7,1	11,7
Домой	<u>14,6</u>	<u>14,1</u>	<u>28,7</u>
	24,6	16,2	40,8
Итого	<u>64,0</u>	<u>36,0</u>	<u>100,0</u>
	60,7	39,3	100,0

Распределение всех поездок по целям и по дням недели в семье автовладельца Таллина (в зависимости от используемого вида транспорта) приведено в таблице 5 (в %).

Доля легкового транспорта во всех поездках семьи составляла в будние дни 60 %, в субботу - 79 %, в воскресенье - 88 %.

Наполнение легкового автомобиля зависит от цели поездки и от уровня автомобилизации. В таблице 6 приведены показатели наполнения в некоторых городах при различных целях поездки.

Наполнение автомобиля при поездках за город близко по количеству величине семьи, т.е. поездка совершается всей семьей. При повышении уровня автомобилизации наблюдается тенденция к сокращению наполнения автомобиля.

Т а б л и ц а 5

Цели поездок	Будние дни		Суббота		Воскресенье	
	легк. авт.	общ. тр.	легк. авт.	общ. тр.	легк. авт.	общ. тр.
На работу и по делам	35,4	39,0	12,5	25,6	2,6	2,2
Покупки-обслуживание	18,7	10,0	15,2	7,3	7,8	10,9
Учеба	1,0	9,0	1,4	13,4	-	2,1
Развлечения	5,3	3,4	8,3	13,4	11,5	15,2
Загородные места отдыха	9,5	0,3	28,7	2,5	39,8	8,7
Домой	30,0	38,3	33,9	37,8	38,3	60,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Т а б л и ц а 6

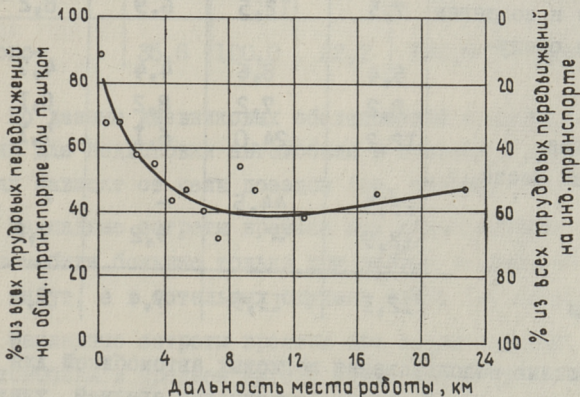
Цели поездок	Москва [5]	Таллин	Лондон [10]	Детройт [7]
На работу и по делам	1,76	1,55	1,18	1,15
Покупки и обслуживание	2,67	1,74	1,55	1,78
Учеба	-	1,45	1,37	1,32
Развлечения	2,67	2,49	1,56	1,70
Загородные места отдыха	3,44	2,90	-	-
Домой	-	1,96	1,93	1,42
В среднем	-	1,93	1,43	1,51

В таблице 7 приведено среднее наполнение легкового автомобиля при всех поездках в зависимости от величины семьи.

Т а б л и ц а 7

Величина семьи, человек	1	2	3	4	5
Среднее наполнение	1,53	1,59	1,86	2,32	2,15

Максимальное наполнение наблюдается в семьях из 4 человек. Средняя дальность места работы у владельцев легковых автомобилей составляет в Таллине 5,88 км, Алма-Ате - 6,45, Каунасе - 4,51, Риге - 4,20 и Ереване - 3,71 км. Средняя дальность места работы у тех автовладельцев, которые пользуются личным автомобилем для поездок на работу, составляет в Таллине 7,0 км. Сравнительно высокий показатель связан с малой плотностью населения, с довольно высоким уровнем автомобилизации периферийных районов и временным пребыванием многих владельцев в летнее время за городом.



Фиг. 1. Использование индивидуального транспорта для поездок на работу в зависимости от удаления места работы.

На фиг. I представлена в графическом виде зависимость использования индивидуального транспорта для поездок на работу от удаления места работы.

Средняя дальность поездок (в км) по целям приведена в таблице 8.

По сравнению с обследованием в 1965 году среднее количество владельцев, использующих свой автомобиль для поездок на работу при различной степени регулярности, уменьшилось от 73 % до 64 %. Средняя доля владельцев, едущих на работу за средний летний день, сократилась от 55 % до 43%. Частично это связано с проведением обследования в 1969 г. в мае месяце, хотя при опросе спрашивали данные за летние месяцы (июнь - август).

Т а б л и ц а 8

Цели поездок	Все поездки		Внутригородские	
	Таллин	города США [8]	Таллин	Детройт [7]
На работу и по делам	7,3	12,5	6,9	8,2
Покупки и обслуживание	5,4	8,6	4,4	4,7
Учеба	8,2	7,2	8,2	8,1
Развлечения	12,2	24,0	6,1	7,1
Загородные места отдыха	25,5	44,5	-	-
Домой	12,9	-	9,2	7,2
В среднем	12,1	13,5	7,4	7,0

Уменьшению использования легковых автомобилей для поездок на работу способствовало увеличение средней удаленности гаража от 410 м в 1965 г. до 580 м в 1969 г.

В таблице 9 приведены средние затраты времени по элементам для поездки на работу.

Примечание: в скобках даны действительные затраты времени для пересадки и второй поездки, вне скобок - затраты, пересчитанные на все поездки.

Доля накладных затрат времени составляет в обоих случаях 44 %. Для подхода к гаражу и подготовке автомобиля к поездке требуется в среднем 7,7 минут.

Т а б л и ц а 9

Общественный транспорт			Индивидуальный транспорт		
Наименование затрат	мин.	%	мин.	%	Наименование затрат
Подход к остановке	5,2	14,6	3,4	14,6	Подход к остановке
Ожидание	4,5	12,6	4,3	23,9	Подготовка автомобиля
I поездка	16,7	47,0	13,0	56,0	Поездка
Пересадка	1,2 (5,3)	3,4	-	-	
II поездка	3,0 (13,7)	8,4	-	-	
Подход к цели	5,0	14,0	1,5	6,5	Подход к цели
Итого-	35,6	100,0	22,2	100,0	Итого

По данным дневниковых обследований средние затраты времени для подготовки автомобиля к поездке и для подхода к цели зависят от цели поездок (см. таблицу 10).

Накладные затраты времени при использовании легкового автомобиля большие только при первой поездке от дома - 9 - 10 минут, а в остальных случаях всего 3-6 минут.

Накладные затраты времени при использовании легкового автомобиля в среднем на 6,7 минут или 42 % меньше, чем при использовании общественного транспорта.

На фиг. 2 показана графическая интерпретация зависимости общих и накладных затрат времени от удаления места работы. Найдены следующие корреляционные зависимости между общими затратами времени для передвижения на работу (y) и удаленности места работы (x):

Т а б л и ц а 10

Цели поездок	Затраты времени, мин.	
	для подготовки автомобиля	для подхода к цели
От дома к любой цели	4,3	3,4
От работы к любой цели	2,0	1,8
Покупки, обслуживание	1,6	1,6
Учеба	1,6	1,0
Развлечения	1,7	1,5
Загородные места	3,2	2,9
Домой	1,4	1,8
Среднее значение	2,5	1,8

а) при использовании личного автомобиля

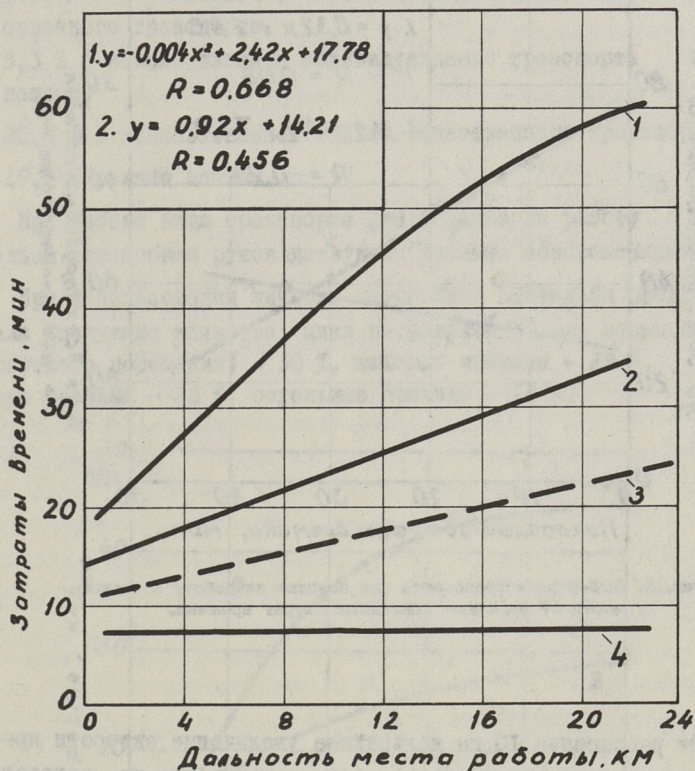
$$y = 0,92x + 14,21; \quad \tau = 0,456,$$

б) при использовании общественного транспорта

$$y = -0,004x^2 + 2,42x + 17,78; \quad \tau = 0,667.$$

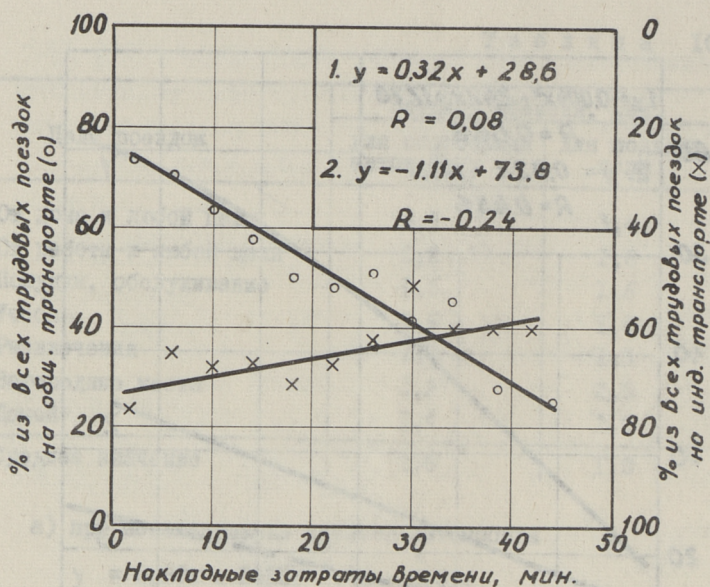
Накладные затраты времени при использовании общественного транспорта растут при увеличении дальности поездки на работу, в то же время на личном транспорте они не зависят от дальности поездки.

На фиг. 3 приводится графическая форма зависимости выбора вида транспорта для поездки на работу в зависимости от величины накладных затрат времени. При выборе вида транспорта влияние роста накладных затрат времени при использовании общественного транспорта в 3,5 раз сильнее, чем при использовании личного автомобиля. Корреляционная связь при этом относительно слабая. Хотя доля затрат времени непосредственно на поездку у общественного и индивидуального транспорта почти одинакова, закономерность расселения тем не менее в этих случаях разная. При большей скорости сообщения индивидуальный транспорт доставляет за одно и то же время своего владельца дальше, чем общественный транспорт.



Фиг. 2. Зависимость затрат времени при поездках на работу от удаления места работы: 1 - общие затраты времени на общественном транспорте, 2 - то же на индивидуальном транспорте, 3 - накладные затраты времени на общественном транспорте, 4 - то же на индивидуальном транспорте.

Материалы обследования показали, что чем больше дальность поездки, тем больше скорость сообщения. При увеличении дальности поездки от 2 до 10 км скорость сообщения на индивидуальном транспорте растет быстрее, чем на общественном транспорте. Это наглядно видно на фиг. 4, где представлена и разность скоростей индивидуального и общественного транспорта.



Фиг. 3. Выбор вида транспорта при поездке на работу в зависимости от величины накладных затрат времени.

От расстояния 10 км дальнейшее увеличение скорости прекращается, так как такие поездки проходят уже по загородным дорогам.

Средняя скорость сообщения при поездках на работу составляет на индивидуальном транспорте 33,0 км/час, а на общественном транспорте 21,5 км/час (распространяется только на опрошенный контингент).

Общие затраты времени для поездки на работу меньше нормы СНиП П-К.2-62 - 30 минут в 48 % случаях при использовании общественного транспорта и в 87 % случаях индивидуального транспорта.

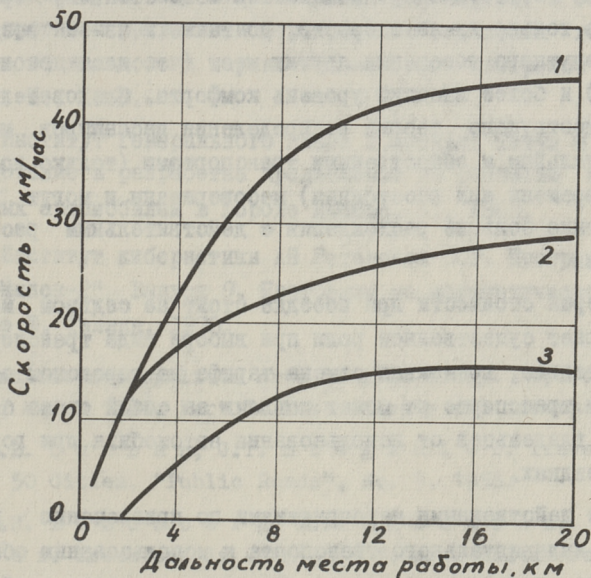
В летнее время из общего количества работающих автовладельцев передвижения на работу составили:

- 15,8 % с использованием только индивидуального транспорта,

- 43,3 % с использованием как индивидуального, так и общественного транспорта,
- 5,3 % с использованием индивидуального транспорта или пешком,
- 20,4 % с использованием только общественного транспорта,
- 15,2 % только пешком.

При выборе вида транспорта для поездки на работу владельцы автомобиля руководствуются разными соображениями.

При использовании личного автомобиля владельцы предпочитали следующие качества: цикл передвижений (или возможность попутного посещения) - 30 %, выигрыш времени - 29 %, комфорт поездки - 28 %, остальные причины - 13 %.



Фиг. 4. Скорость сообщения в зависимости от удаления места работы при трудовых поездках: 1 - при использовании индивидуального транспорта, 2 - при использовании общественного транспорта, 3 - разность скоростей.

При мотивировке предпочтения общественного транспорта ответы распределялись между многими причинами: плохое состояние городских улиц (для поездки на личном автомобиле) - 14 %, автомобиль неисправен - 12 %, удобство поездки - 11 %, гараж находится далеко - 10 %, нет стоянки у места работы - 10 %, общественный транспорт дешевле личного - 9 %, выигрыш времени - 8 %, место работы находится на небольшом расстоянии - 5 %, остальные причины - 21 %.

Из этих ответов следует, что при улучшении состояния городских улиц, условий хранения, стоянки и технического обслуживания следует ожидать роста удельного веса владельцев, использующих свои автомобили при поездках на работу.

Личный автомобиль предпочитается общественному транспорту не только из-за скорости, но также и из-за возможности попутного посещения других мест (что дает экономию времени) и более высокий уровень комфорта. Следовательно, ныне существующие теории распределения пассажиров между индивидуальным и общественным транспортом (только по минимуму времени или расстояния) несовершенны и могут дать на практике большие расхождения с действительным распределением.

Критерий стоимости при поездке стоит на седьмом месте и не играет существенной роли при выборе вида транспорта. Следовательно, возможная отмена тарифа на городском общественном транспорте не может повлечь за собой отказ большинства владельцев от использования автомобиля при городских поездках.

Более действенными мероприятиями по привлечению владельцев индивидуального транспорта к использованию общественного транспорта является повышение скорости сообщения его, комфорта, регулярности сообщения и уменьшение накладных затрат времени.

Л и т е р а т у р а

1. Институт кибернетики АН ЭССР. Программы для ЭЦВМ "Минск-22". Выпуск 2. Программы по математической статистике I. Таллин, 1966.
2. И.О. П и х л а к. Обследование легкового транспорта индивидуального пользования в городе Таллине. Труды ТПИ, серия А, № 235, Таллин, 1966.
3. О.К. К у д р я в ц е в. Автомобиль и социология. "Городское хозяйство Москвы", 1967, № 7.
4. А.В. С и г а е в. Проблемы развития обслуживания городов индивидуальным автомобильным транспортом. В сб. "Научные прогнозы развития и формирования советских городов на базе социального и научно-технического прогресса". Выпуск 2. М., 1969.
5. Институт Генерального плана г.Москвы. Титул № 7079н. Исследование и разработка предложений по развитию парка легковых автомобилей в городе Москве. М., 1969.
6. Институт кибернетики АН Эстонской ССР. Программы для ЭЦВМ "Минск-2". Выпуск 9. Программы по математической статистике III. Таллин, 1970.
7. Detroit Metropolitan Area Traffic Study. Reports July 1955 and March 1956. Part I. Data summary and interpretation.
8. F. B. C u r r a n, J. T. S t e g m a i e r. Travel Pattern in 50 Cities. "Public Roads", No. 5, 1958.
9. H. H. L a n d s b e r g, L. L. F i s c h m a n, J. L. F i s h e r. Resources in America's Future. Baltimore, 1963.
10. London Traffic Survey. Existing Traffic and Travel Characteristics in Greater London. Volume I, London, 1964.

A Survey of Trips in Car-owning Households

S u m m a r y

In May 1969 a survey of trips in car-owning households of Tallinn was carried out. 878 car drivers were interviewed. A questionnaire of 34 points concerning traffic and personal characteristics was applied. A diary survey was conducted over 237 car-owning households.

The data obtained are being analysed by an electronic computer Minsk-22.

The percentage of car-owning households decreases with the increase of net residential density ($r = - 0.904$). About 71 per cent of internal vehicle trips in car-owning households are made by car and 29 per cent by public transit vehicles. A car-owning household generates nearly 6.6 trips a day as against 4.5 for non-car owners. The transit facilities seem to decrease as the distance of travel increases (see fig.1).

The information about internal trips by mode of travel and by purposes, persons in car by trip purposes and by persons per household, mean length of trips, distribution of the travel time and terminal times is given.

Future increase in car ownership will mean increases in the overall rate of travel generation per unit of population, not merely a shift away from public transport to the private car.

УДК 711.7

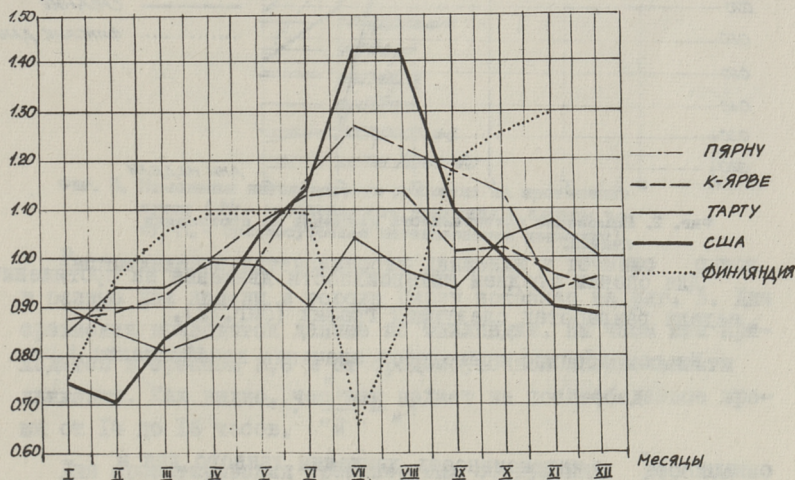
В.М. Сегеркранц

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В НЕКОТОРЫХ
 ГОРОДАХ ЭСТОНСКОЙ ССР

В городах Эстонской ССР до сих пор систематического учета движения не проводилось. Из-за этого приходится давать оценку среднегодовой или максимальной интенсивности движения по однократному учету движения в каком-нибудь месяце.

Для оценки среднегодовой интенсивности движения \bar{N} составлен график (фиг. 1). На оси абсцисс графика приводятся значения коэффициента

$$k = \frac{N_i}{\bar{N}}$$

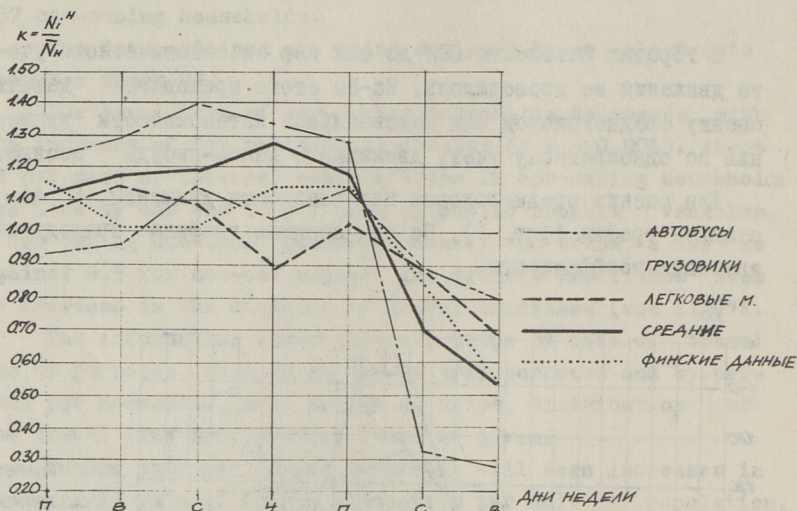


Фиг. 1. Изменение интенсивности движения на протяжении года.

$$K = \frac{N_i}{\bar{N}},$$

где N_i — интенсивность движения в данном месяце.

На оси ординат дано деление года по месяцам. Кривые характеризуют указанную зависимость для трех городов Эстонской ССР. Для сравнения приводятся соответствующие данные для Хельсинки и поблизости Барнстейбла Массачусетс США [1, 2].



Фиг. 2. Изменение интенсивности движения на протяжении недели.

Для оценки средней интенсивности движения на протяжении недели разработан следующий график (фиг. 2).

На оси абсцисс приводятся значения коэффициента K_n :

$$K_n = \frac{N_i^H}{\bar{N}^H},$$

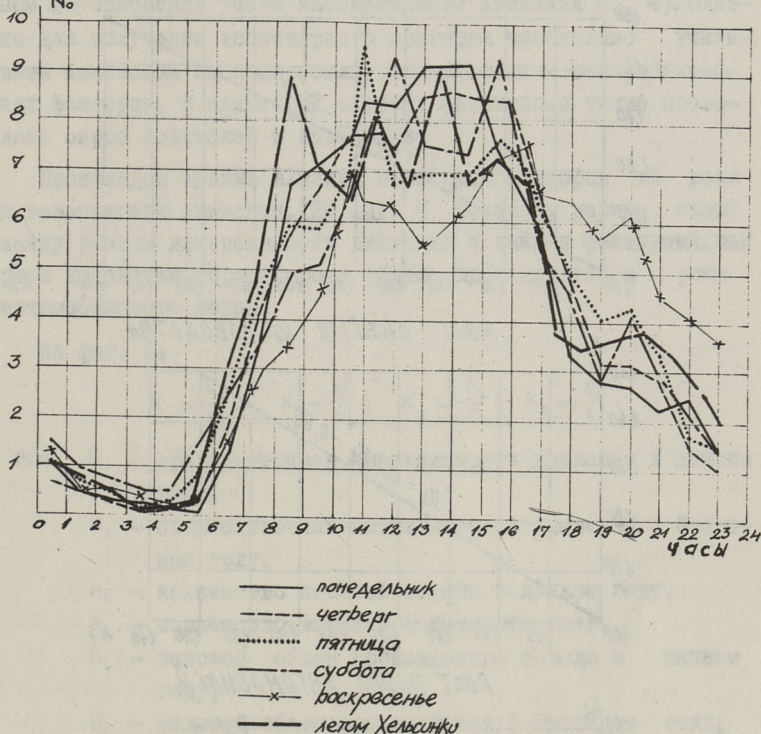
где N_i^H — интенсивность движения данного дня и

\bar{N}^H — среднесуточная интенсивность недели.

На графике приведены также данные учета движения в Финляндии [1].

Для расчетов пропускной способности используются данные интенсивности движения в час пик.

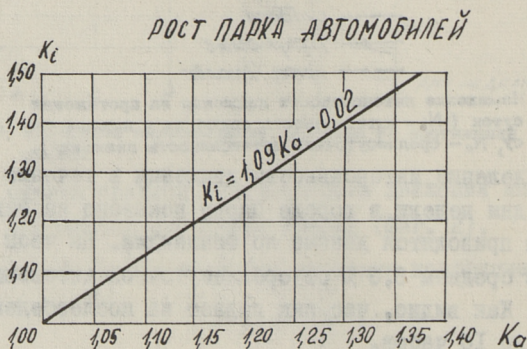
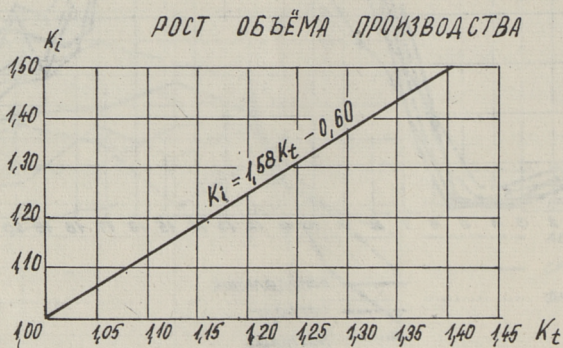
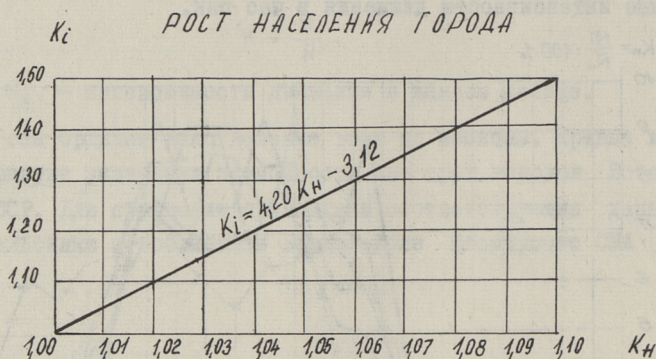
$$K_n = \frac{N_i}{N_0} \cdot 100 \%$$



Фиг. 3. Изменение интенсивности движения на протяжении суток (N_i - интенсивность движения в данном часу, N_0 - среднесуточная интенсивность движения).

Распределение интенсивности движения в течение суток в разные дни недели в городе Пярну показано на фиг. 3. Для сравнения приводятся данные по Финляндии. На часы пик приходится в среднем 8,6 % от среднесуточной интенсивности движения. Как видно, час пик падает на послеобеденное время от 14 до 16 часов.

Для проектирования транспортных сооружений необходимо знать характеристику перспективной интенсивности движения (перспективная среднесуточная годовая интенсивность и наибольшая интенсивность движения за час и сутки).



Фиг. 4. Влияние некоторых факторов на рост интенсивности движения.

В районах с достаточно развитой сетью дорог показатели перспективной интенсивности движения определяются в основном на основании учета интенсивности движения [3, 4]. Однако для получения достоверного прогноза необходимо учитывать изменение экономических, технических и социологических факторов. В некоторых случаях необходимо также проводить опрос водителей и населения.

Произведен анализ влияния некоторых факторов на рост интенсивности движения. На фиг. 4 показаны парные связи между ростом интенсивности движения и такими факторами, как рост населения города, рост объема производства и рост автомобильного парка.

На фиг. 4:

$$K_i = \frac{\bar{N}_i}{N_0}; \quad K_n = \frac{N_i}{N_0}; \quad K_t = \frac{P_i}{P_0}; \quad K_o = \frac{A_i}{A_0},$$

где: \bar{N}_i - среднесуточная интенсивность движения в данном году,

N_0 - среднесуточная интенсивность движения в базисном году,

N_i - количество жителей города в данном году,

N_0 - количество жителей в базисном году,

P_i - валовой объем производства города в данном году,

P_0 - валовой объем производства в базисном году,

A_i - размер парка автомобильного города в данном году,

A_0 - размер парка автомобилей в базисном году.

Как видим, между данными факторами имеет место прямолинейная форма связи. Приведенный материал можно использовать при определении перспективной интенсивности движения.

Л и т е р а т у р а

1. Teknilinen Korkeakoulu. Rakennusinsinööriosasto Tienrakennuksen kenttäharjoituksia. Otaniemi 1966.

2. W. F. J o h n s o n. Use of Traffic Volume Data in Evaluation of Highway User Costs for Economic Analysis. Highway Research Record, No. 100, 1965.

3. М. Н. К у д р я в ц е в, В. Е. К а г а н о в и ч. Тех-
нико-экономическое обоснование развития сети автомобильных
дорог. Транспорт, Москва 1968.

4. S. L y l y. Origin of Traffic Problem and Situation
Today. Teknilinen Korkeakoulu, Helsinki, 1965.

V. Segerkrantz

Estimation of the Traffic Volume Data in some Towns of the Estonian S.S.R.

S u m m a r y

The traffic volumes of the Estonian towns are analysed in different months and week days. Average annual volumes by hour of day are given too. The three main factors estimating the traffic volumes have been shown.

УДК 621.432-33

Р.Р.Силлат

ПРОГРАММА ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ КУЛАЧКОВ
МЕХАНИЗМА ГАЗООБМЕНА БЫСТРОХОДНЫХ
ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Из-за высоких скоростей вращения гармонические кулачки в настоящее время на серийных двигателях уже не применяются, еще меньше они применимы при форсировании существующих двигателей. В литературе приведены различные методы профилирования кулачков [1], [2], [3], [4], [5], которые должны обеспечить удовлетворительную работу механизма газообмена на больших скоростях. Общий недостаток всех этих методов - трудоемкость расчета (для требуемой точности изготовления расчеты нужно повторить сотни раз). Да и выбор начальных параметров для профилирования по существующим методам довольно трудный. Единственная менее трудоемкая методика (безразмерные кулачки А.Янте) имеет ряд недостатков - характер отрицательного ускорения неблагоприятны, при равных нагрузках в механизме время-сечение меньше, чем для других кулачков. Кроме того таких кулачков разработано только четыре варианта. Эти обстоятельства делают применение этой методики для профилирования кулачка при форсировании двигателя нецелесообразным.

Из двух распространенных методов изготовления мастера-кулачка более точный тангенциальный метод требует при применении неплоского толкателя дополнительного пересчета. Расчет профиля кулачка с выбором начальных данных при ручном счете требует сотни часов. Но так как оптимальный профиль кулачка в настоящее время можно определить только экспери-

ментально, то нужно рассчитывать обычно не только один, а несколько разных профилей.

В то же время расчет профиля кулачка со своим огромным числом однотипных расчетов хорошо программируется для расчета на ЭЦВМ. Несколько труднее программировать выбор начальных параметров профиля.

В данной статье описывается разработанная автором статьи Малгол-программа для ЭЦВМ Минск-22 для профилирования кулачков быстроходных карбюраторных двигателей по методике Д.Курца ("безударный кулачок"). Строение программы приведено на схеме. Первоначально программа предназначена для профилирования кулачка, работающего с плоским толкателем или с коромыслом, работающим непосредственно с кулачка, но она подгоняется заменой соответствующей подпрограммы и для расчета кулачков, работающих с приводом другого типа.

Программа "Кулачок Курца" состоит из двух частей:

а) выбор параметров, б) диаграммы. Первая часть программы выбирает, исходя из начальных данных, расчетные параметры кулачка, обеспечивая выполнение ряда требований, необходимых для нормальной работы, и возможности изготовления его (выпуклость кулачка, диаметр плоского толкателя, обеспечение кинематической связи между кулачком и приводом, несимметричность профиля кулачка или сбегов и т.д.). Для подгонки кулачка на разные двигатели, разные рабочие режимы в начальных данных дают машине ряд данных двигателя:

1. Фазы.

2. Параметры диаграммы:

- рабочий подъем кулачка,
- величины сбегов,
- максимальное отношение экстремумов ускорения \bar{z} ,
- несимметричность диаграммы,
- скорость клапана на конце сбega.

3. Параметры, характеризующие динамику:

- редуцированные массы,
- максимальные обороты,
- максимальная сила пружины,

Часть 1: Выбор параметров

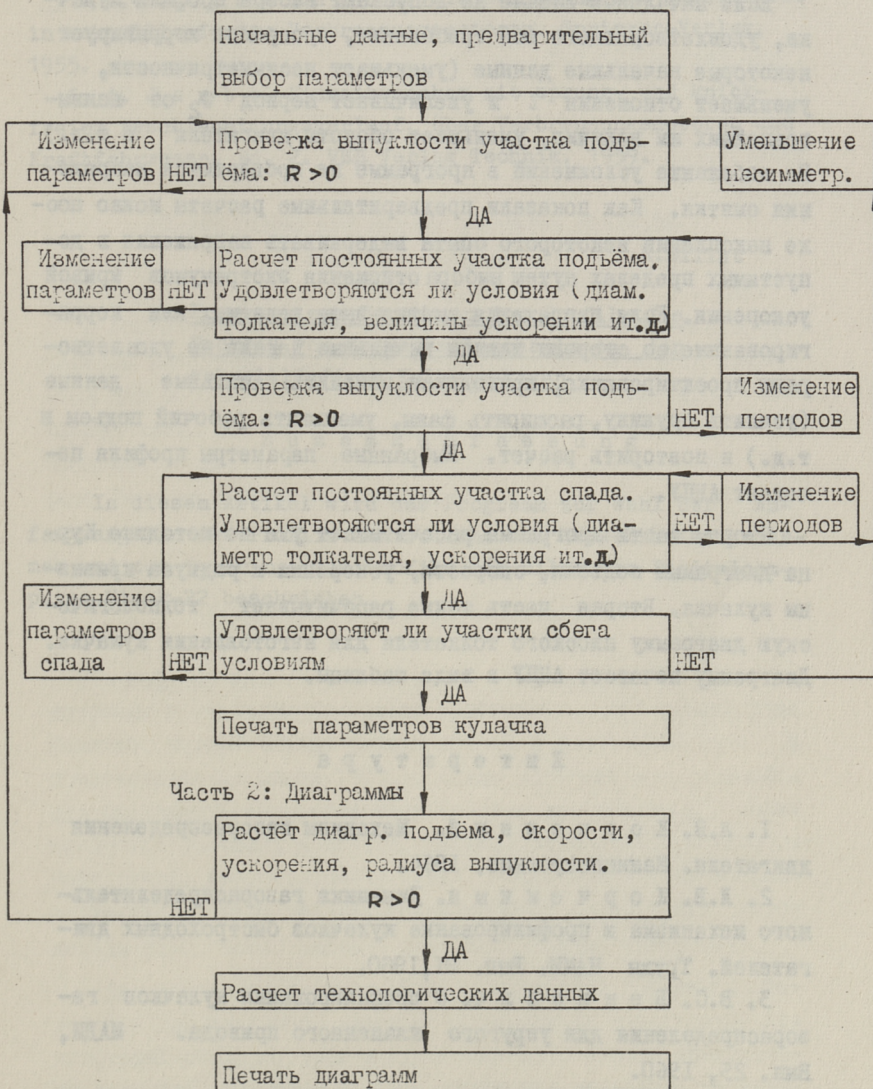


Схема программы профилирования кулачка.

- коэффициент запаса.

4. Параметры, характеризующие передаточный механизм.

Если начальные данные не допускают выбора профиля кулачка, удовлетворяющего все требования, программа корригирует некоторые начальные данные (уменьшает несимметричности, уменьшает отношения λ и увеличивает период Φ_2 от наивыгоднейших им величин, уменьшает обороты двигателя и т.д.) Во избежание усложнений в программе не проверяются напряжения смятия. Как показали предварительные расчеты можно после накопления некоторого опыта выдерживать напряжения в допустимых пределах путем выбора отношения экстремумов кривой ускорения. Если напряжения смятия выше желаемых или корригированные со стороны машины начальные данные не удовлетворяют проектировщика, приходится изменить начальные данные (усилить пружину, расширить фазы, уменьшить рабочий подъем и т.д.) и повторить расчет. Выбранные параметры профиля печатает АЦПУ.

Вторая часть программы рассчитывает уже по методике Курца диаграммы подъема, скорости, ускорения и радиуса кривизны кулачка. Вторая часть также рассчитывает технологическую диаграмму плоского толкателя для изготовления кулачка. Диаграмму печатает АЦПУ в виде таблицы.

Л и т е р а т у р а

1. Л.В. К о р ч е м н ы й. Механизм газораспределения двигателя. Машиностроение, 1964.

2. Л.В. К о р ч е м н ы й. Динамика газораспределительного механизма и профилирование кулачков быстроходных двигателей. Труды НАМИ. Вып. 91, 1960.

3. В.С. Б е н и о в и ч. О профилировании кулачков газораспределения для упругого клапанного привода. МАДИ, Вып. 25, 1960.

4. М.А. А н д р о н о в. К определению параметров "безударного" закона движения клапана для механизмов газорас-

пределения с верхним расположением распределительного вала.
Труды МАДИ. Вып. 94, 1967.

5. W.-D. B e n s i n g e r. Die Steuerung des Gaswechsels
in schnelllaufenden Verbrennungsmotoren. Springer-Verlag,
1955.

6. A. J a n t e. Einheitsnocken mit sprung- und knick-
freiem Beschleunigungsverlauf. Über Verbrennungsmotoren und
Kraftfahrwesen. Bd. 2. VEB Verlag Technik, 1959.

R.Sillat

Programm zum Berechnen des Profils des
Nockens von Gaswechselmechanismen der
schnellläufigen Kolbenmotoren

Z u s a m m e n f a s s u n g

In diesem Artikel wird das Programm zur Wahl der An-
fangsangaben des Profils des Nockens von Gaswechselmechani-
smen und zum Berechnen des Profils mit Hilfe von Digitalcom-
puter Minsk-22 beschrieben.

УДК 528.482:69.058.3

А.П. Тальто

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ
И ЗДАНИЙ В ТАЛЛИНЕ

В настоящей работе освещаются методика и результаты измерений поперечных профилей улиц прецессионным нивелированием для определения их деформаций, а также вопросы об исследовании вертикальных деформаций зданий. Так как последними вопросами занимались и проектные организации города Таллина (ПИ "Коммунаалпроект" и др.), то в статью включаются также некоторые данные, полученные ими.

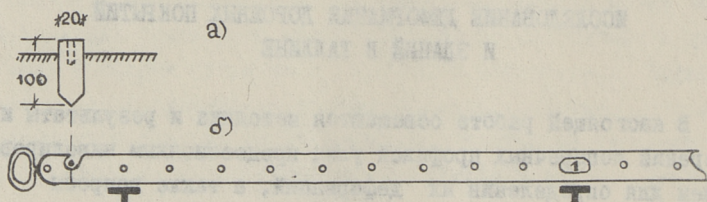
Измерение поперечных профилей

На кафедре автомобильных дорог разработана методика и получены результаты измерения вертикальных деформаций улиц Таллина. Измерительные работы начаты в конце 1968 года и продолжались до конца 1970 г. Самым подходящим способом для проведения измерений вертикальных деформаций в наших имеющихся условиях является прецессионное нивелирование поперечников. Местоположения таких поперечников были выбраны совместно с сотрудниками, занимающимися комплексным исследованием улиц. Всего выбрано семь характерных участков.

Для выяснения всякого рода вертикальной деформации, которая в данном случае зависит от колебания температуры, атмосферных осадков, уровня грунтовых вод, износа поверхности покрытий, оседания и т.д., требуются повторные наблюдения (здесь повторное нивелирование).

Чтобы исключить случайность, которая может иметь место при использовании обыкновенной методики повторных измерений поперечников, мы сочли необходимым разработать новую методику.

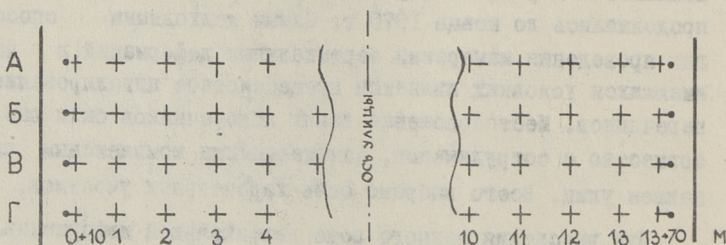
Около 10 см от бордюрных камней в сторону оси улицы были забиты строго по одной прямой линии четыре болта расстоянием друг от друга в 1,00 м. Болты имели вертикальные отверстия (диаметром ~ 3 мм) для закрепления стальной мерной ленты (см. фиг. 1).



Фиг. 1. Построение сеточного поперечника

- а) болт для закрепления ленты,
- б) отмечание знаков на поверхности покрытий.

После закладки четырех таких же болтов при таких же условиях в противоположную сторону улицы получили фиксированные концы четырех отдельных, но параллельных друг другу поперечников с расстоянием между ними 1 метр. Они образуют на данном участке уличного покрытия так называемый "сеточный поперечник" (см. фиг. 2).



Фиг. 2. Отмеченный сеточный поперечник.

Измерительная сетка на уличное покрытие построена перед каждым нивелированием. Один конец 20-и метровой стальной ленты закрепили к началу отдельного поперечника и ленту вытянули через центр (отверстие) противоположного болта (конец отдельного поперечника). Далее по метровым знакам ленты обозначили мелом на асфальте знаки (см. фиг. 1), как правило, через 1 метр. Так потребовалось маркировать все четыре поперечника. Чтобы проверить расстояние между знаками и правильность полученных квадратов, использовали стальной стержень длиной в 141 см, с метровой отметкой на нем.

Точность разбивки такой сетки контролировали по одному сеточному поперечнику повторным построением сетки и нивелированием в тот же день, чтобы исключить возможные деформации из-за времени. Разности в отсчетах имели случайный характер и средняя квадратическая ошибка отсчета (если исключить другие ошибки, кроме ошибок установки пятки инварной рейки на меловой знак) была

$$\pm 2,8 \text{ дел. барабана}$$

или

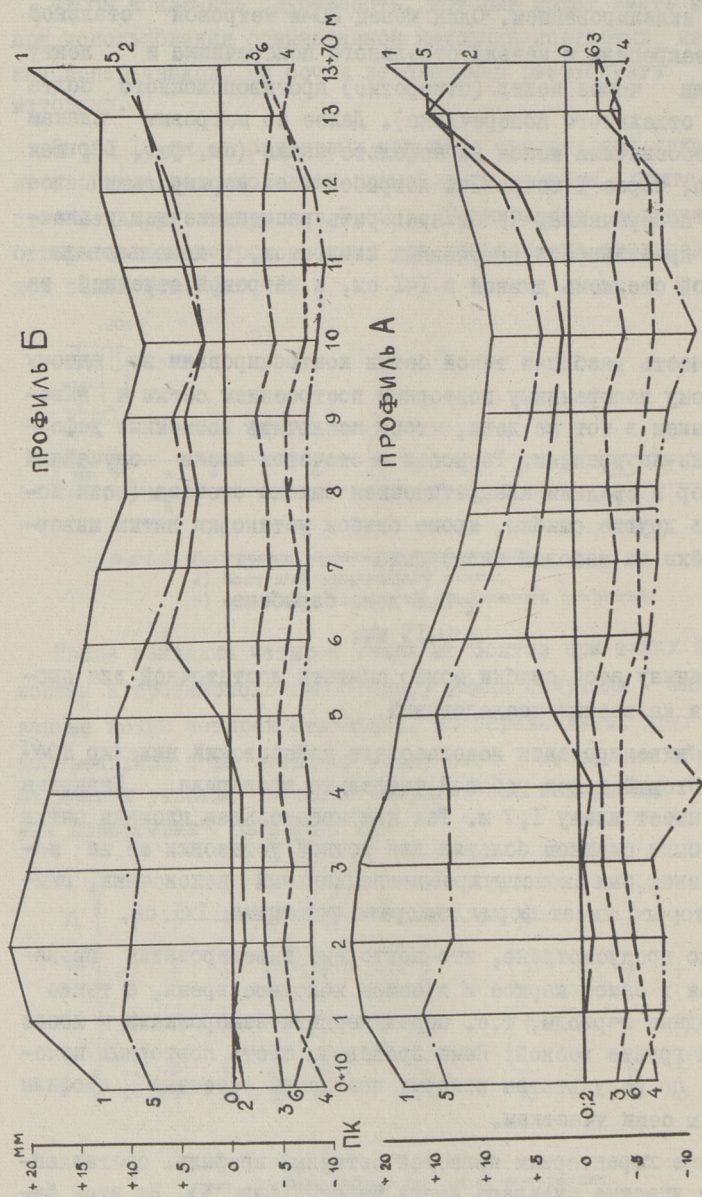
$$\pm 0,15 \text{ мм.}$$

Величину этой ошибки можно считать достаточной для проведения названных исследований.

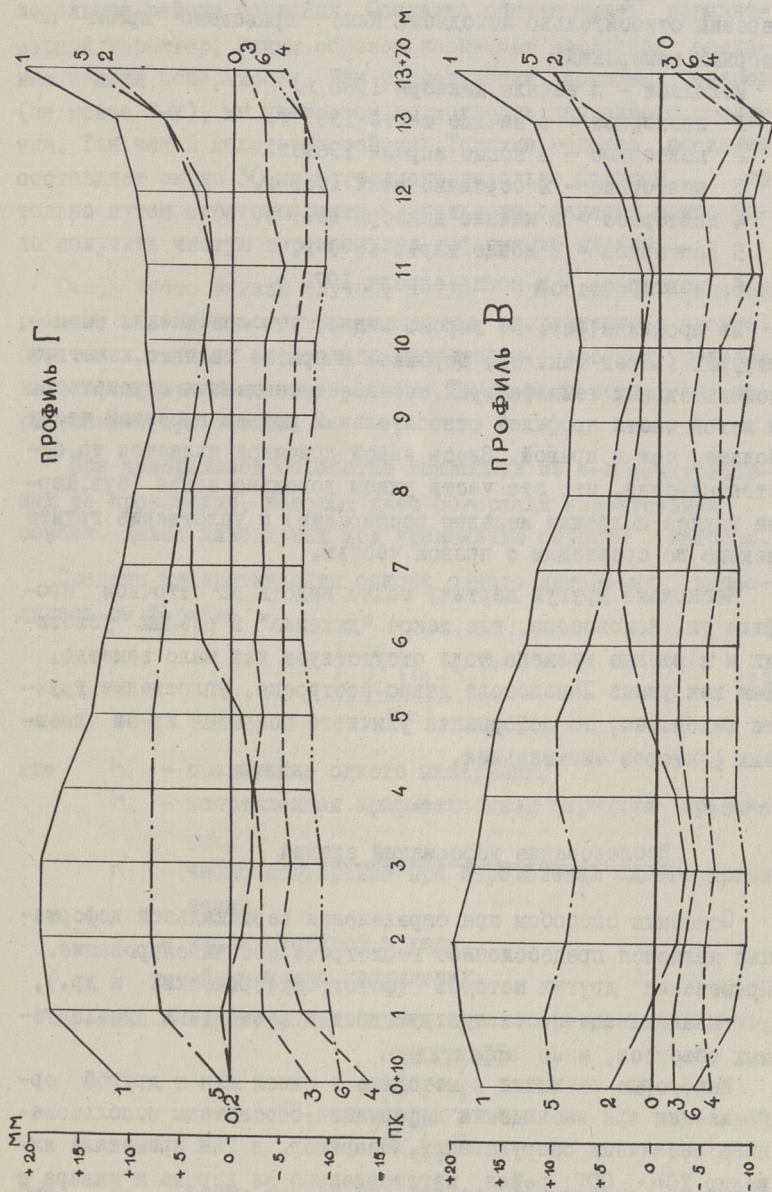
При нивелировании использовали цейссовский нивелир КОМ1 007, который перед работой тщательно проверили. Инварная рейка имеет длину 1,7 м. Так как касательная площадь пятки рейки была слишком большая для точной установки ее на меловой знак, был сконструирован специальный наконечник, пятка, которого имеет форму квадрата размерами 1x1 см.

Было предусмотрено, что повторные нивелирования производятся в самое жаркое и в самое холодное время, а также переходные периоды, т.е. перед первыми заморозками и после таяния грунта весной. Нами проведены шесть повторных измерений, по результатам которых построены сеточные профили по всем семи участкам.

Более характерным является сеточный профиль, составленный на участке бульвара Карла Маркса (фиг. 3). На этой фигуре горизонтальная линия, т.е. нулевая линия, является



Фиг. 3 а, б. Сечный профиль.
 0, 1, ..., 6 - порядковый номер повторений.



Фиг. 3 в.г. Сеточный профиль.
 0,1,.....,6 - порядковый профиль повгорений.

исходной. Другие линии изображают результаты повторных измерений относительно исходной. Ниже приведено время повторных измерений.

Исходное - в начале декабря 1968 г.

1 повторное - в начале марта 1969 г.

2 повторное - в конце апреля 1969 г.

3 повторное - в середине июня 1969 г.

4 повторное - в начале декабря 1969 г.

5 повторное - в конце марта 1970 г.

6 повторное - в конце апреля 1970 г.

По профилям (фиг. 3) хорошо видно, что при низких температурах (перед таянием) дорожное покрытие поднято, а при положительных температурах оно имеет тенденцию опускаться. В левой части профилей относительный подъем проезжей части больше, чем в правой. Здесь явной причиной является то обстоятельство, что эта часть улицы довольно новая (бульвар Карла Маркса подлежал недавно расширению) и уплотнение грунта меньше по сравнению с правой частью.

Несколько другую картину можно видеть на сеточном профиле ул. Ломоносова, где такое "дыхание" в разных условиях и в разные времена года отсутствует или мало заметно. Так как улица Ломоносова давно построена, уплотнение грунта закончено, то деформация уличного покрытия из-за внешних факторов минимальна.

Исследование деформаций зданий

Основным способом при определении вертикальной деформации является прецессионное геометрическое нивелирование. Применение других методов (фотограмметрический и др.), учитывая оснащенность инструментов и конкретных исследуемых объектов, мало эффективно.

Некоторые различия в методике в одной или в другой организации при наблюдении деформации обоснованы использованием различных оборудований. Например, в ТПИ применяли нивелир КОН1 007; рейки, изготовленные из дерева и инвара с делениями через 5 мм (длина соответственно 1,20 и 1,70 м). А в ПИ "Коммунаалпроект" использовали нивелир НА-1 и 3-х метровую инварную рейку.

Из-за сложной геологической структуры в Таллине имеются локальные районы оседания. Оседание обычно имеет неравномерный характер. Таким образом возникает наклонное оседание земной поверхности. При расположении исходных реперов (не менее 3-х), мы учитываем возможность наклонного оседания. Так как в некоторых районах Таллина годовое оседание составляет около 30 мм и градиент довольно большой, то только путем строгого учета локального оседания можно было получить чистую вертикальную деформацию зданий.

Очень часто бывали случаи, когда требовалось быстро решать, в каком состоянии находится исследуемое здание. При таких случаях определяли превышения осадочных реперов нивелированием 4-мя повторениями. Такой цикл повторяли через каждые три месяца.

При камеральной обработке исключили из 4-х междуреперных те превышения, которые явно содержали недопустимые ошибки. Далее нивелирный ход уравнивали строгим методом.

Средняя квадратическая ошибка одного измерения вычислялась по формуле

$$m^2 = \frac{\sum_{k=1}^s \sum_{l=1}^{n'} (h_l - h_k)^2}{n - 2}, \quad (I)$$

- где h_l - превышение одного измерения,
 h_k - исправленная арифметическая середина превышения,
 n' - число повторений при определении одного превышения,
 s - число штативов в ходе,
 n - общее число наблюдений.

Средняя квадратическая ошибка одного превышения:

$$m_d = \frac{m}{n_d} \sqrt{\frac{n_d - \frac{1}{s}}{\sum_{l=1}^s \frac{1}{n_l}}}, \quad (2)$$

- где n_d - число наблюдений при определении данного превышения,

n_i - число наблюдений при определении одного превышения.

Средняя квадратическая ошибка репера на самом слабом месте сети:

$$M_x = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^x m_i^2} \quad (3)$$

где m_i - ср.кв. ошибка превышений,
 x - число превышений до самого далекого репера.

В таблице I представлены результаты наблюдений нескольких исследованных объектов.

Т а б л и ц а I

Номер объекта	Число штативов в ходе s	Ср. кв. ошибка одного измерения m (мм)	Ср. кв. ошибка одного превышения m_d (мм)	Ср. кв. ошибка самого далекого репера M (мм)
1	12	0,16-0,24	0,8-0,12	0,21-0,28
2	26	0,14-0,30	0,08-0,14	0,26-0,36
3	23	0,14-0,31	0,07-0,18	0,23-0,51
4	15	0,14-0,41	0,07-0,20	0,18-0,52
5	15	0,14-0,35	0,04-0,17	0,10-0,49

Представленные в таблице средние квадратические ошибки являются предельными и получены из восьми циклов нивелирования.

По описанному методу наблюдений деформации старых зданий возможно определить величину деформации через 6 месяцев с начала наблюдений.

Допустимым пределом должно быть при двух повторениях нивелирования 0,3 мм.

Investigation of Road Surface and Building Deformations
in Tallinn

S u m m a r y

The methods grounded on the re-measuring of transverse profiles with high-precision levelling are applied for investigating the co-influence of different outside factors on the road surface deformation. The results of measuring are presented on the graphs (fig.3). The accuracy of the restoration of transverse profiles is within the limits of ± 0.15 mm. Temperature and the thickening of the base of road have mostly influenced the road surface deformation.

The local sinkings of Tallinn are taken into consideration for the determination of building deformations. The methods for determining the size of sinking with the accuracy of ± 0.3 mm are mentioned above.

УДК 625.72.001.42

О.П. Хальяк

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДОРОЖНОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

I. Расчетные характеристики материалов

При расчете асфальтобетонных покрытий и покрытий из битумо-минеральных смесей в Советском Союзе за основу берется условие, что под воздействием эксплуатационных нагрузок могут возникать только обратимые деформации. Это положено в основу различных теоретических решений расчета, которые в основном разработаны в МАДИ, ХАДИ и "СОЮЗДОРНИИ". Эти методы различаются в зависимости от теоретической модели конструкции и от критериев, по которым возникают остаточные деформации. Толщину конструктивных слоев по методу МАДИ назначают исходя из требуемого модуля упругости конструкции ($E_{тр}$). В асфальтобетонных и битумоминеральных покрытиях производится послойная проверка соответствия растягивающих усилий допустимым напряжением.

По методу Ленфилиала "Союздорнии" толщину конструктивных слоев назначают по величине возникающих напряжений сдвига при условии, что в интервале нагрузки до разрушающих напряжений конструкция работает без остаточных деформаций. После назначений толщины слоев производится проверка их на растягивающие напряжения.

В методике ХАДИ при определении толщины конструктивных слоев учитывается экспоненциальное уменьшение модуля упругости в зависимости от глубины слоев. Проверку растяги-

гивающих напряжений в нижней поверхности покрытий производят по уточненным методикам.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что при определении толщины конструктивных слоев используются следующие характеристики материалов:

1. Общий модуль упругости конструкции, $E_{\text{общ}}$
2. Модуль упругости материала каждого отдельного слоя, E_y
3. Допустимые растягивающие напряжения для асфальтобетона и битумо-минеральных смесей, $R_{\text{изг}}$ (или допустимое относительное удлинение ε).
4. Угол внутреннего трения φ , и удельное сцепление с материалом конструктивных слоев.

Кроме этого производится проверка конструкции на морозостойкость. Но основным параметром при определении толщины слоя является модуль упругости соответствующего материала. Наиболее приемлемо использование этого параметра для материалов, обработанных вяжущими, применяемыми преимущественно в верхних слоях, где возникают также растягивающие напряжения.

Большое значение для прочности, долговечности и стоимости конструкции имеет верхний слой покрытия, толщина и свойства которого определяются модулем упругости.

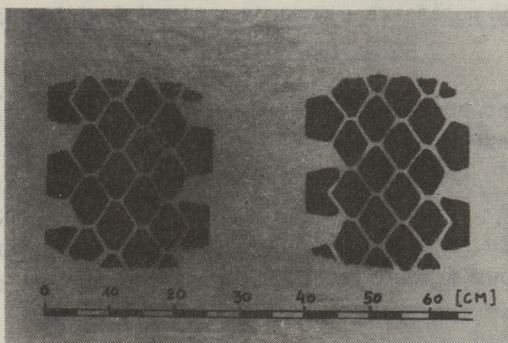
В соответствующей научно-технической литературе [1,2,3] приводятся расчетные характеристики дорожно-строительных материалов. Эти характеристики, являясь усредненными, требуют уточнения в зависимости от местных условий и применительно к местным материалам.

В настоящее время существует ряд методик по определению модулей упругости, как для конструкции в целом, так и для отдельных ее слоев. В принципе эти методы одинаковы, так как замер обратимых деформаций производится от нагрузки, прилагаемой ко всей конструкции, или послойно. И по данным замеров производится расчет модулей упругости. Применяемые устройства для определения деформации дорожных конструкций в полевых условиях можно характеризовать следующим:

1. Передвижной пресс "Союздорнии" [7], дорогостоящее и сложное устройство, которое доступно для небольшого числа исследовательских организаций, позволяет производить определение деформации до стадии полного разрушения покрытий.

2. Передвижной дорожный пресс ХАДИ [4], более прост и доступен. При определении деформации применяется нагруженный автомобиль. Нагрузка передается на покрытие с помощью гидравлического пресса.

Недостатком перечисленных приборов является несоответствие характера передачи нагрузки на покрытие фактической работе покрытия под колесом автомобиля. В первом случае нагрузка передается с помощью жесткого штампа, диаметр которого берется в зависимости от параметров расчетного автомобиля. Нагрузка от автомобильного колеса, как видно на фиг. 1, передается совсем по другой форме и характеру.



Фиг. 1. Отпечаток следа двоярного колеса автомобиля МАЗ-200 на дорожном покрытии.

Недостатком этих методов является также то, что при проведении послойной загрузки необходимо производить удаление вышележащих слоев.

Метод определения деформации покрытия от воздействия колеса нагруженного автомобиля позволяет получить близкую к действительности картину загрузки по сравнению с жестким штампом, однако исключает послойный замер деформации. Этот

метод доступен для применения, так как приспособления просты. Для этого используется загруженный автомобиль типа МАЗ, соответствующий нормативной нагрузке Н-13. Деформации измеряются прогибомером типа балки Бенкельмана. Применяемая у нас аппаратура и методика достаточно разработаны, однако уже раньше опубликовано, что эти приборы и методика имеют недостатки, уменьшающие точность замерений [9].

Замер деформации можно производить также с помощью прецессионного нивелира по методу ХАДИ [4] или по методу Сегеркранца [8]. С помощью перечисленных методов можно определить модуль упругости конструкции в целом.

По разработанной автором методике возможно определение модуля упругости как для конструкции в целом, так и для верхнего слоя отдельно без вырубки его.

2. Определение модуля упругости верхнего слоя и основания

Произведено исследование конструкций дорожных одежд, у которых верхний слой (покрытие) из материалов, обладающих сопротивлением на растяжение (асфальтобетон и битумо-минеральные смеси). Нижние слои из материалов, не обладающих сопротивлением на растяжение (щебень, гравий и песок). Таковую конструкцию можно считать двухслойной, верхний слой которой работает как плита неограниченных размеров, лежащая на линейно-деформируемом полупространстве. Точное теоретическое решение этой задачи дает слишком сложные уравнения, которые трудно использовать для практических целей. Приближенный метод М.Б. Корсунского дает наиболее простые решения, что позволило его взять за основу в данной работе. Здесь необходимо отметить, допущения, принятые в этом решении:

1. Вертикальные смещения основания и плиты совпадают, т.е. не учитывается собственная вертикальная деформация верхнего слоя (плиты). Так как в данной работе были исследованы дорожные одежды с тонкослойными покрытиями (толщиной 8-16 см) можно предположить, что это допущение существенно не по-

влияет на точность расчета. Основная часть деформации одежды происходит за счет деформации основания. Кроме того, замеры деформации производят между спаренным колесом в точке, которая практически не загружена.

2. На поверхности контакта основания и плиты отсутствует трение.

На основании замеров, выполненных автором в различные времена года при разных климатических условиях, определены линии чаши прогибов. При изучении и сопоставлении их с вышеуказанным теоретическим решением выяснилось, что при работе конструкции в увлажненном состоянии, трение между покрытием и основанием минимально, что объясняет принятое допущение.

М.Б. Корсунским получено уравнение линии чаши прогибов для случая действия равномерно распределенной по площади круга нагрузки [6]:

$$W = W_0 \frac{1}{1 + K_1 r^2}, \quad (I)$$

где W - вертикальное смещение,

W_0 - максимальное вертикальное смещение на оси действующей нагрузки,

r - расстояние рассматриваемой точки до оси действующей нагрузки

$$K_1 = \frac{\frac{4}{\pi} \operatorname{arctg}^2 \frac{D}{h_3}}{D^2} \quad (2)$$

и где D - диаметр площадки, передающей давление

$$h_3 = 1,1h \sqrt{\frac{E_1}{E_0}}, \quad (3)$$

где E_1 - модуль упругости верхнего слоя,

E_0 - общий модуль упругости основания,

h - толщина верхнего слоя.

Радиус кривизны линии чаши прогибов максимальный под центром нагрузки, он выражается следующей формулой:

$$\varrho = \frac{1}{2 K_1 W_0}, \quad (4)$$

где

$$W_0 = \frac{p \cdot D}{E_0} \left(1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{h_2}{D} \right), \quad (5)$$

p — удельное давление на поверхности контакта на-
грузки.

С помощью уравнений 2, 3, 4 и 5 можно определить соот-
ношение модулей упругости верхнего слоя и основания:

$$\frac{E_1}{E_0} = \left(\frac{D}{1,1 \operatorname{htg} 0,886 \frac{D}{\sqrt{2\varphi W_0}}} \right)^3. \quad (6)$$

С помощью формулы (5) возможно найти модуль упругости
основания.

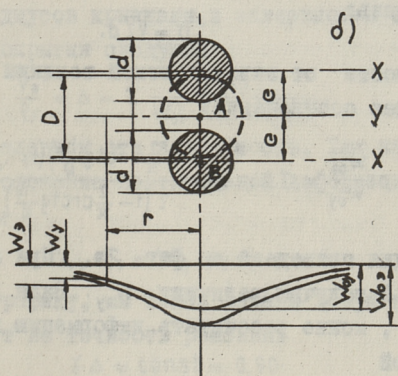
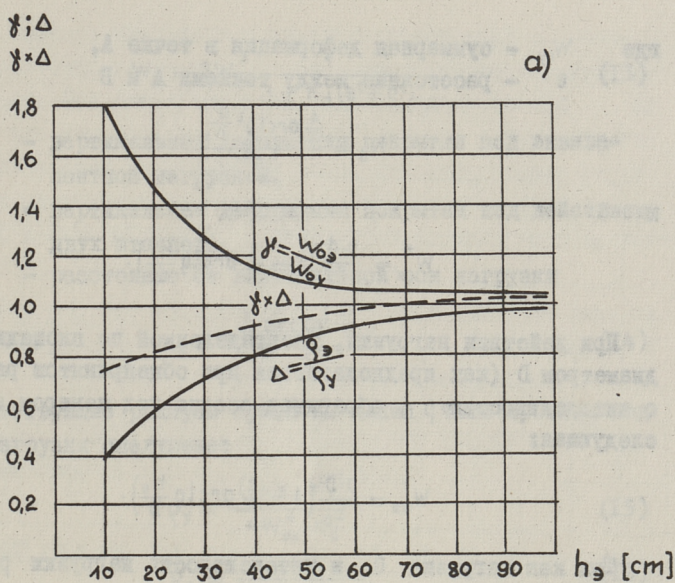
Следовательно, зная толщину покрытия (h) и этому соот-
ветствующий прогиб (W_0) и радиус кривизны линии чаши про-
гиба (φ), возможно определение модулей упругости покрытия
и основания.

Для замера деформации от воздействия нагруженного коле-
са автомобиля автором сконструирован прибор и разработана
методика [9,10]. На основе переработки данных замеров по-
лучены необходимые для расчета параметры. Однако непосред-
ственное использование этих параметров в формулах (5) и
(6) невозможно, так как эти формулы составлены для условия
действия равномерно распределенной по площади круга на-
грузки. Фактически, как это видно на фиг. 1, характер дей-
ствия нагрузки другой.

Наиболее близким к действительности характером действия
нагрузки фиг. 2б, принятым в расчетах, можно считать пе-
редачу нагрузки на покрытие посредством двух круговых штам-
пов.

Для возможности использования полученных параметров (W_0 ,
 φ) автором предлагается методика для приведения их к при-
нятой теоретической схеме передачи нагрузки. Если нагрузка
 Q равномерно распределена по площадям двух кругов диамет-
ром (фиг. 2б) с интенсивностью p , то суммируя соответст-
вующие деформации в точке А, получим следующее уравнение:

$$W_{0y} = 2W_{0x}^* \frac{1}{1 + K_d e^2}, \quad (7)$$



Фиг. 2. Зависимость радиусов кривизны и прогибов от толщины эквивалентного слоя покрытия (при действии эквивалентной нагрузки и при действии нагрузки по схеме, принятой автором).

где W_{0y} — суммарная деформация в точке А,
 e — расстояние между точками А и В

$$K_d = \frac{4}{\pi} \frac{\arctg^2 \frac{d}{h_3}}{d^2} \quad (8)$$

и

$$W_{0x}^* = \frac{p \cdot d}{E_0} \left(1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{h_3}{d} \right). \quad (9)$$

При действии нагрузки, распределенной по площади круга диаметром D (как предполагается при общепринятом расчете), с интенсивностью p , обратимая осадка под центром нагрузки следующая:

$$W_{03} = \frac{p \cdot D}{E_0} \left(1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{h_3}{D} \right). \quad (10)$$

Так как нагрузка Q и интенсивность нагрузки p одинаковые в обоих случаях, между диаметрами кругов существует следующая связь:

$$D = \sqrt{2} d.$$

В зависимости от эквивалентной толщины возможно написать следующее соотношение:

$$\frac{W_{03}}{W_{0y}} = \gamma = \frac{\sqrt{2} \left(1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{h_3}{D} \right) (1 + K_d e^2)}{2 \left(1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{h_3}{d} \right)}. \quad (11)$$

Эта функция приведена на фиг. 2а. При замере деформации в точке А получим величину W_{0y} . Зная эквивалентную толщину h_3 , можно рассчитать деформацию под эквивалентной нагрузкой

$$W_{03} = W_{0y} \cdot \gamma.$$

Форма линий чаши прогибов под действием нагрузки, выраженной эквивалентной нагрузкой, распределенной по кругу диаметра D и посредством двух кругов с равномерно распределенной нагрузкой получается следующей:

$$W_3 = W_{03} \frac{1}{1 + K_3 r^2}, \quad (12)$$

$$W_y = 2W_{ox}^* \frac{1}{1 + K_d(e^2 + r^2)}, \quad (13)$$

- где W_z - вертикальная деформация покрытия под эквивалентной нагрузкой,
 W_y - вертикальная деформация покрытия под действием двух штампов,
 r - расстояние от вертикальной оси нагрузки

и
$$K_3 = \frac{4}{\pi} \operatorname{arctg}^2 \frac{D}{h_3}. \quad (14)$$

Соответствующие радиусы кривизны линии чаши прогиба под центром нагрузки следующие:

$$\rho_y = \frac{(1 + K_d e^2)^2}{4W_{ox}^* \cdot K_d}, \quad (15)$$

$$\rho_3 = \frac{1}{2K_3 \cdot W_{03}}. \quad (16)$$

Соотношение радиусов кривизны в зависимости от эквивалентной толщины покрытия следующее:

$$\frac{\rho_3}{\rho_y} = \Delta = 2 \frac{W_{ox}^* \cdot K_d}{W_{03} \cdot K_3 (1 + K_d e^2)^2}. \quad (17)$$

На фиг. 2 приведена и эта зависимость. Так как в формуле (6) производится сложение вертикальной деформации и радиуса кривизны, то имеем

$$W_{03} \cdot \rho_3 = W_{0y} \cdot \rho_y \cdot \gamma \cdot \Delta. \quad (18)$$

Как видно по графику, мы можем делать допущение, которое особенно не влияет на точность решения:

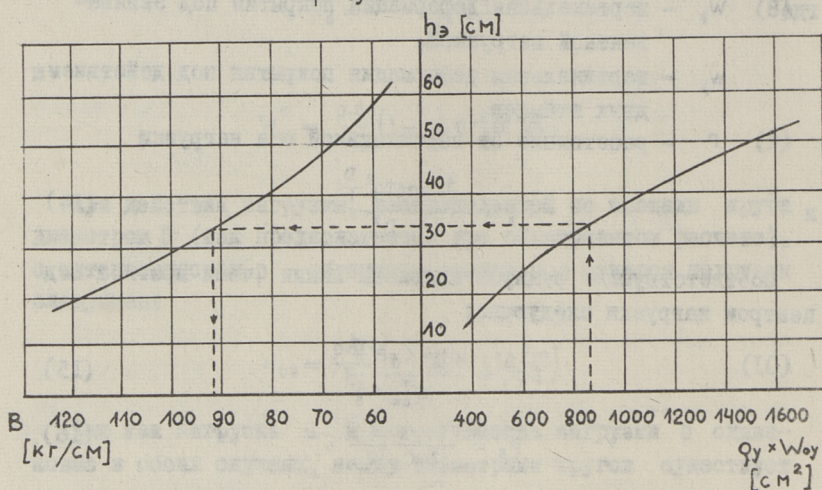
$$\gamma \cdot \Delta \approx \text{const} = 0,90.$$

Учитывая вышеуказанные поправки, формулу (6) можно записать следующим образом:

$$h_3 = \frac{D}{\operatorname{tg} 0,7 \frac{D}{\sqrt{W_{0y} \cdot \rho_y}}}. \quad (19)$$

$$\frac{E_1}{E_0} = \left(\frac{D}{1,1h \operatorname{tg} 0,7 \frac{D}{\sqrt{W_{0y} \cdot \rho_y}}} \right)^3, \quad (20)$$

$$E_o = \frac{p \cdot D}{\beta W_{oy}} \left(1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{h_3}{D} \right). \quad (21)$$



Фиг. 3. Вспомогательные номограммы для определения модуля упругости основания и верхнего слоя.

Для облегчения расчетов составлены вспомогательные графики фиг. 3 (Диаметр $D = 33$ см, $d = 23,4$ см, $p = 5,5$ кг/см²). При помощи ρ_y и W_{oy} получаем эквивалентную толщину h_3 и параметр B . Соответственно h_3 при помощи графика на фиг. 2а получаем коэффициент γ . Модуль упругости основания:

$$E_o = \frac{B}{\gamma \cdot W_{oy}}. \quad (22)$$

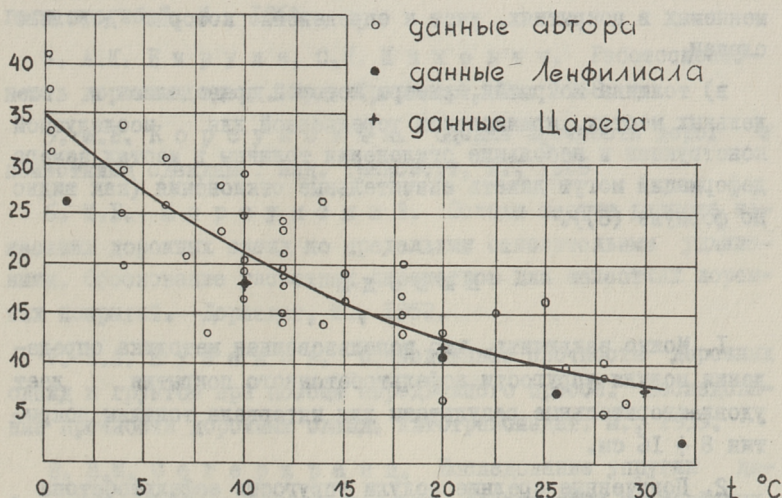
3. Модули упругости асфальтобетонных покрытий и их анализ

Определение модулей упругости асфальтобетонного покрытия производилось согласно вышеуказанной методики путем замеров обратимых деформаций и линий чаши прогиба дорожных покрытий в городе Таллине в период 1967–1970 годов. Исследовались двух-трехслойные покрытия из асфальтобетона и битумо-мине-

ральной смеси. Минеральная часть этих покрытий состояла преимущественно из мелко- или среднезернистого известнякового щебня. Под слоем покрытий находились основания из средне- или крупнозернистого известнякового щебня, устроенные по песчаному дренирующему слою. Для определения характеристик материалов из каждого конструктивного слоя производилось взятие проб с последующим лабораторным испытанием их согласно существующим стандартам.

Ввиду того, что модуль упругости асфальтобетона зависит от температуры материала, замер деформаций производился в различное время года при различных температурах с обязательным измерением температуры самого покрытия. С этой целью использовали электротермометр (тип АМ-2М) с расположением датчика на поверхности покрытия.

E_y кг/см²
× 10³



Фиг. 4. Зависимость модуля упругости асфальтобетона от температуры (на поверхности асфальтобетонного покрытия).

На фиг. 4 приведена зависимость модулей упругости от температуры и сравнение этой зависимости с данными других

авторов. Используя метод наименьших квадратов, получена зависимость (для температур в интервале $0^{\circ} \div +30^{\circ}\text{C}$):

$$\lg E = 4,53 - 0,022 t,$$

где E — модуль упругости асфальтобетона при температуре t [кг/см²]

t — температура на поверхности покрытия [$^{\circ}\text{C}$].

Как видно из графика, разброс экспериментальных данных относительно кривой все же велик, что можно объяснить следующим:

а) замер температуры на поверхности не дает действительной температуры самого асфальтобетона. Как показали измерения при расположении датчиков на поверхности и в середине покрытия, разница в температурах достигала $\pm 6^{\circ}\text{C}$,

б) разницей физико-механических свойств материалов, применяемых в покрытиях, учет и определение которых довольно сложен,

в) толщина покрытий, замеры которой проводились в отдельных местах, принималась усредненной для исследуемой конструкции и небольшие отклонения толщины в местах замера деформаций могут давать значительные отклонения (как видно по формуле (6)).

В ы в о д ы

1. Можно заключить, что использованная методика определения модуля упругости асфальтобетонного покрытия дает удовлетворительные результаты для интервала толщины покрытия $8 \div 16$ см.

2. Полученные средние модули упругости асфальтобетона соответствуют основным данным других авторов [I, 2, II].

3. При низких температурах ($0^{\circ} \div +10^{\circ}\text{C}$) средние модули упругости превышают аналогичные данные других авторов. С повышением модулей упругости материала увеличивается общий модуль упругости конструкции ($E_{\text{общ}}$), но одновременно с этим увеличиваются растягивающие напряжения в нижней поверхности покрытия, снижающие прочность конструкции.

Взаимосвязь между модулем упругости материала и напряжениями растяжения при температурных изменениях в данной работе автором не рассматривается, так как требует самостоятельного исследования.

Л и т е р а т у р а

1. Инструкция по расчету и конструированию полужестких и жестких дорожных одежд. Изд. Транспорт, М., 1970.
2. Методические указания по конструированию и расчету дорожных одежд жесткого типа с усовершенствованными покрытиями. Оргтрансстрой, М., 1965.
3. Научно-технический отчет по теме "Инструкция по расчету жестких дорожных одежд по величине допустимого упругого прогиба". М., 1964.
4. А.К. Б и р у л я, С.И. М и х о в и ч. Работоспособность дорожных одежд. Изд. Транспорт, М., 1968.
5. М.Б. К о р с у н с к и й. Оценка прочности дорог с жесткими одеждами. Изд. Транспорт, М., 1966.
6. М.Б. К о р с у н с к и й. Основы теории расчета жестких дорожных одежд по предельным относительным удлинениям. Обоснование расчетных параметров для жестких дорожных покрытий. Дориздат, М., 1952.
7. Н.А. П у з а к о в. Исследование прочности дорожных одежд и грунтов при помощи передвижного пресса. Исследование прочности дорожных одежд. Автотрансиздат. М., 1959.
8. В.М. С е г е р к р а н ц. Исследование упругих деформаций на автомобильных дорогах, построенных на торфяных болотах в условиях Эстонской ССР. Автореферат, Таллин, 1967.
9. О.П. Х а л ь я к. Определение деформации дорожных одежд. Труды ТПИ, серия А, № 274, Таллин, 1969.
10. О.П. Х а л ь я к. Определение параметров, характеризующих прочность дорожных одежд. Труды ТПИ, серия А, № 292, Таллин, 1970.
11. В.Ф. Ц а р е в. Некоторые особенности конструирования и расчета жестких дорожных одежд. Автореферат, М., 1969.

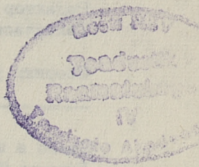
Investigation Characteristics of Road Construc-
tion Materials

S u m m a r y

The elastic module of asphaltconcrete is an essential criterion for determining the thickness of asphaltconcrete layer. This paper describes a new experimental method for determining the elastic module of asphaltconcrete. The elastic module is estimated by the radius of curvature and surface deflection under dual wheels of a loaded vehicle. The surface deflection and the radius of curvature is measured by a specific device. At the same time the temperature of road surface is measured, as elastic module of asphaltconcrete depends on temperature. An equation is calculated by the results obtained, which indicates dependence between elastic module and the temperature of asphaltconcrete layers.

С о д е р ж а н и е

	Стр.
1. В.А. Калласт, А.Ю. Ваймель. Исследование корродирующих свойств некоторых антигололедных реагентов.	3
2. М.К. Коппель, И.А. Куллеркушп. Изменение когезии и угла внутреннего трения песчаного асфальтобетона при испытании водостойкости и морозостойкости.	15
3. Х.А. Мяги. О конструкции и расчете с учетом ползучести бетона сборных железобетонных эстакад скоростных улиц.	23
4. И.О. Пихлак. Исследование подвижности семей, имеющих легковой автомобиль	37
5. В.М. Сегеркранц. Оценка интенсивности движения в некоторых городах Эстонской ССР	55
6. Р.Р. Силлат. Программа для профилирования кулачков механизма газообмена быстроходных поршневых двигателей	61
7. А.П. Тальтс. Исследование деформации дорожных покрытий и зданий в Таллине.	67
8. О.П. Хальяк. Исследование расчетных характеристик материалов, применяемых в дорожном строительстве.	77



**АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ
АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ
Сборник статей У**

Таллинский политехнический институт

**Редактор О. Хальяк
Технический редактор Г. Гришина**

Сборник утвержден коллегией Трудов ТПИ 23/IV 1971.

Сдано в набор 3/У1 1971. Подписано к печати 22/Х1 1971.
Бумага 60x90/16. Печ.л. 5,75 + 0,5 прилож. Учетно-изд.л. 4,31.
Тираж 350. МБ-03061. Зак. №682.
Ротапринт ТПИ, Таллин, Коскла, 2/9.
Ц е н а 43 коп.

Цена 43 коп.