

МГУП, 2004. — 197 с.

3. Марголин, А. М. Финансовое обеспечение и оценка эффективности инвестици-

онных проектов [Текст] / А. М. Марголин. — М. : Изд-во «Мелиорация и водное хозяйство», 1997. — 144 с.

УДК 502/504:532.5:627.83

Н. В. Ханов, доктор техн. наук, профессор

М. В. Беспрозванный, аспирант

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ ДОЖДЕПРИЕМНЫХ РЕШЕТОК С ПРОДОЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ СТЕРЖНЕЙ

Изложены результаты гидравлических исследований малых дождеприемных решеток с продольным расположением стержней. Установлена принципиальная возможность для отвода воды с мостов, путепроводов и искусственных покрытий.

There are given the results of hydraulic researches of small rain inlet lattices with longitudinal rods. The principal possibility is established for water drainage from bridges, viaducts and artificial coverings.

Одной из основных задач повышения технического уровня автомобильных дорог, безопасного движения по ним, сохранения экологической стабильности в городе является обеспечение своевременного и целенаправленного сбора и отвода воды с поверхности автомобильных дорог и последующая ее очистка от загрязнений [1, 2]. Результаты обследования дорог и искусственных сооружений неоднократно подтверждали, что в большинстве случаев неудовлетворительное состояние дорог объясняется некачественной работой системы поверхностного водоотвода с покрытий дорог и мостов [3]. Авторами были проведены исследования, направленные на решение вопроса водоотвода с искусственных твердых покрытий. Были проанализированы все конструкции малых дождеприемных решеток с разными рисунками отверстий с целью выбора таких, которые обладают повышенной пропускной способностью. Решетки исследовали на гидравлической модели автодорожного полотна. Ее прототипом является автодорожное полотно моста, имеющее следующие уклоны: продольный $i_0 =$

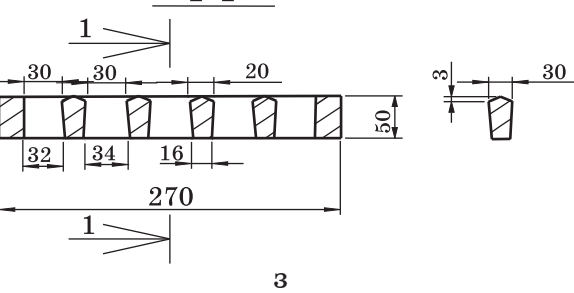
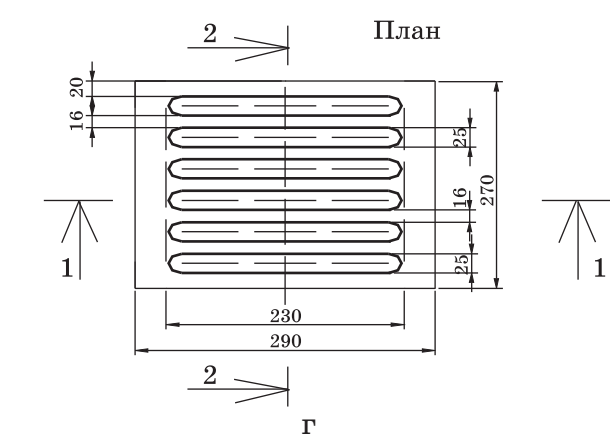
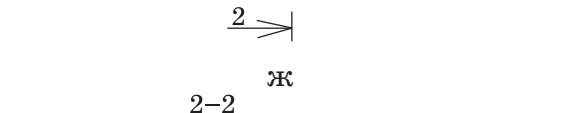
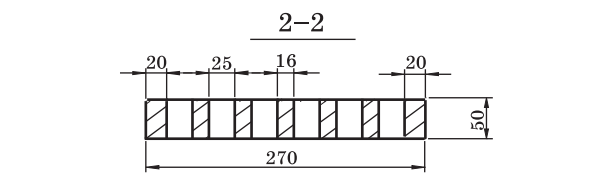
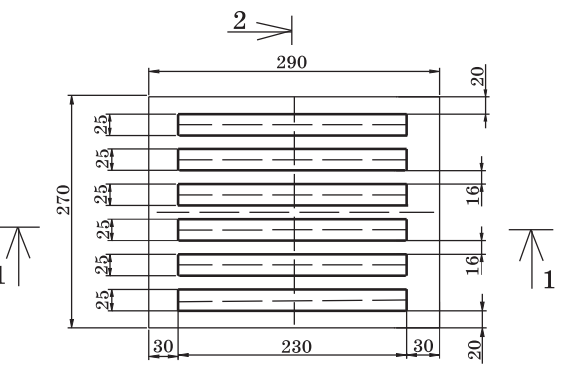
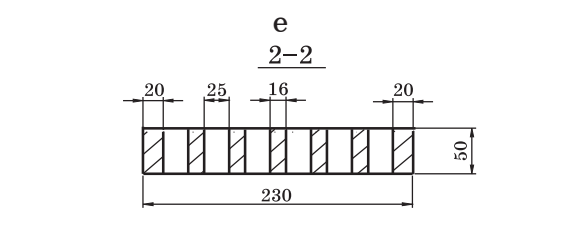
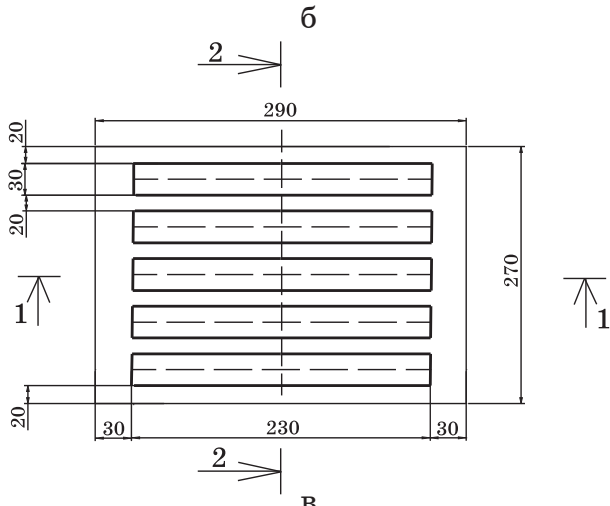
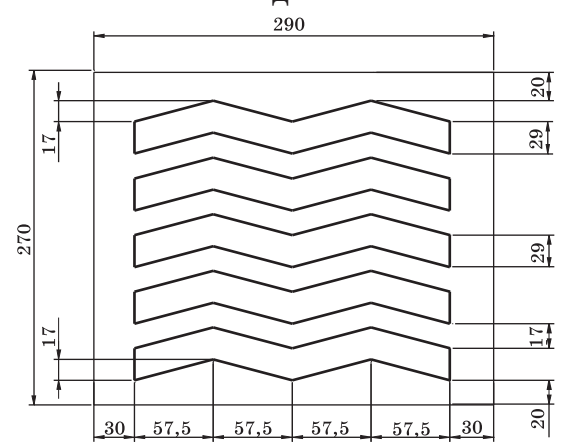
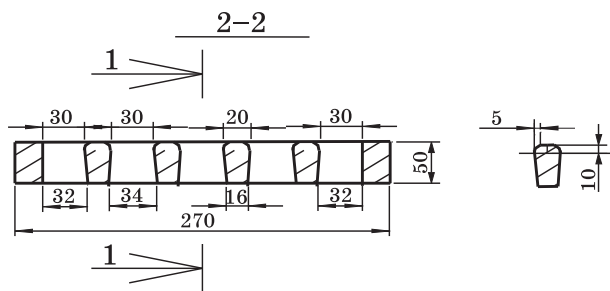
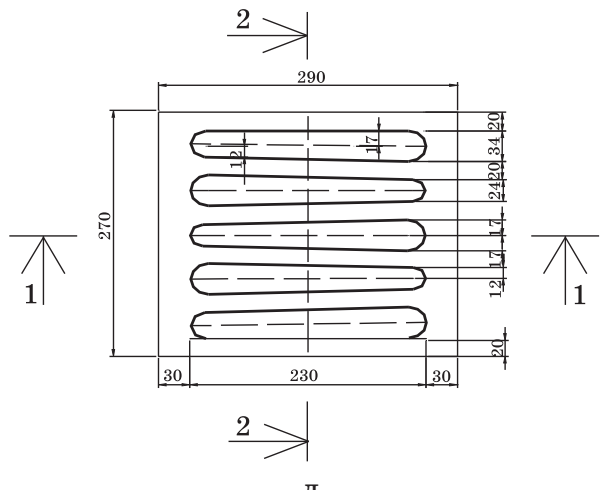
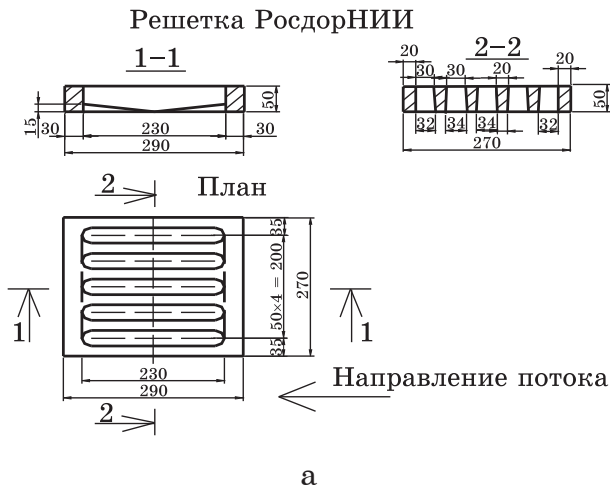
0,02 и поперечный $i_{\text{п}} = 0,02$ [4].

Исследовали следующие решетки (рис. 1): решетка 1а (РосдорНИИ); решетка 1б со скругленными кромками стержней; решетка 1в со спрямленными отверстиями; решетка 1г с зауженными отверстиями и стержнями; решетка 1д с овальными отверстиями; решетка 1е с зигзагообразными отверстиями и стержнями; решетка 1ж со спрямленными и зауженными отверстиями и стержнями; решетка 1з со скошенными кромками стержней; решетка 1к с закругленными кромками стержней; решетка 1л со стержнями (выпуклыми) вверх.

Решетка 1в отличается от исходной решетки 1а РосдорНИИ формой отверстий в плане. Если у решетки 1а отверстия имеют форму вытянутого овала, то у решетки 1в сделаны прямоугольные отверстия, которые незначительно увеличивают площадь. Так, суммарная площадь отверстий решетки 1а равняется 335,32 см², а суммарная площадь прямоугольных отверстий решетки 1в — 345 см². Увеличение площади составило 2,8 %.

Все решетки установили большей стороной вдоль потока. Глубина пото-

Решетка РосдорНИИ



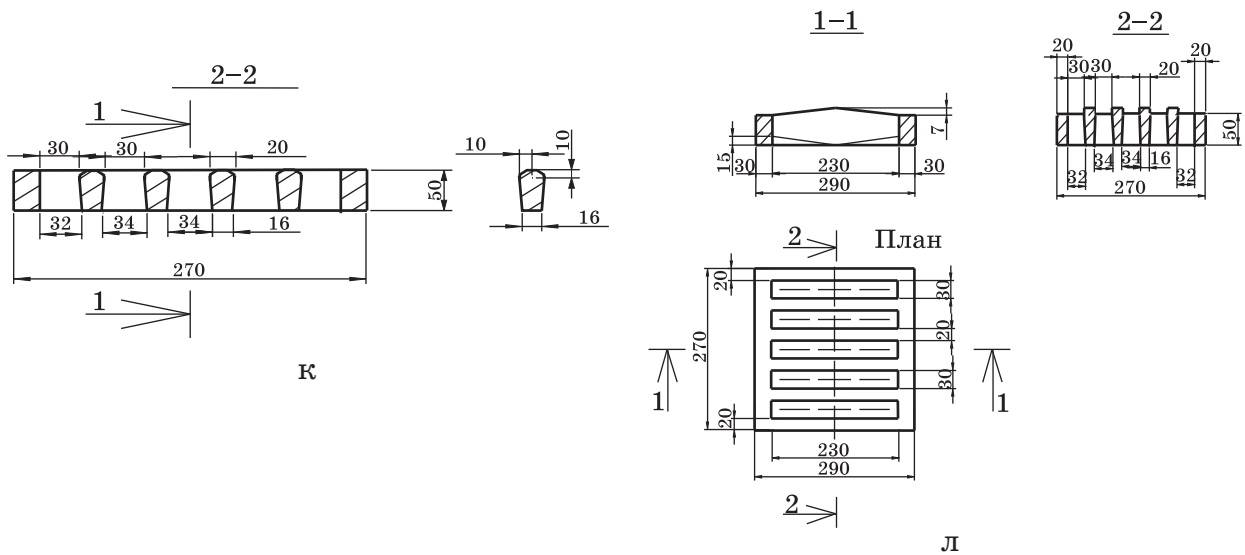


Рис. 1. Схемы исследуемых решеток: а — решетка РосдорНИИ; б — разрезы 1-1 на решетках а, б идентичны; в — разрезы 1-1 и 2-2 на решетках а, в идентичны; г — разрезы 1-1 на решетках а, г идентичны; д — разрезы 1-1 и 2-2 на решетках а, д идентичны; е — план решетки; ж — разрезы 1-1 на решетках а, ж идентичны; з — план и разрез 1-1 на решетках а, з идентичны; к — план и разрез 1-1 на решетках а, к идентичны; л — план решетки

ка в прибордюрном лотке — от 1 до 4 см. Ширина водного потока в прибордюрном лотке не превысила 2 м [3, 4]. Этой ширине соответствовала глубина воды в прибордюрном лотке, равная 4 см. Глубину вычисляли путем измерения отметки дна и отметки уровня воды по следующей формуле:

$$h_{\text{лот.}} = \nabla_{\text{уровня воды}} - \nabla_{\text{дна}} \quad [5]$$

При помощи треугольного мерного водослива, установленного под моделью, определяли расход, полностью принимаемый дождеприемной решеткой, — Q_p . Мерный водослив в конце установки определял расход, проходящий через модель, — Q_0 [5]. Измеряли также глубину воды в прибордюрном лотке модели перед решеткой. Мерную иглу устанавливали на расстоянии более $3...4h_{\text{лот.}}$ от края решетки (20 см от края решетки, где не было влияния кривой спада потока на точность измерения глубин). От борта установки, выполняющего роль бордюра, игла располагалась на расстоянии 1,5 см. По измеренным расходам вычисляли расход проскока $Q_{\text{пр.}}$ по следующей формуле:

$$Q_{\text{пр.}} = Q_0 - Q_p.$$

Кроме того, вычисляли величину E , эффективность, или КПД решет-

ки по формуле

$$E = \frac{Q_p}{Q_0} \cdot 100 \ %.$$

Решетки сравнивали по значению эффективности E . Наилучшее значение E было выявлено у решетки 1к с закругленными кромками стержней. Радиус закругления — 1 см. Сравнение проводили для всех типов решеток при максимальной глубине потока в прибордюрном лотке, равной 4 см, т. е. для самого неблагоприятного случая. Процент расхождения значений эффективности решеток по сравнению со значением данного показателя исходной решетки — решетки 1а РосдорНИИ — $\Delta \% = \frac{E_i - E_1}{E_1} \cdot 100 \ %$. Результаты сравнения приведены в табл. 1.

Расход, подаваемый на установку Q_0 , сохранялся всегда одинаковым и равным 26 л/с. Максимальная эффективность наблюдалась у решетки 1к и равнялась 53 %. По сравнению с исходной решеткой эффективность решетки 1к оказалась больше на 7,2 %. Минимальная эффективность наблюдалась у решетки 1е с зигзагообразным расположением отверстий и равнялась 43,8 %. Здесь наблюдалось резкое сни-

Таблица 1

Сравнение значений эффективности решеток при глубине потока в прибордюрном лотке 4 см

Решетка	Q_0 , л/с	Q_p , л/с	$Q_{пр}$, л/с	E , %	Δ , %
а	26	12,8	13,8	49,2	0
б	26	13,1	12,9	50,0	2,3
в	26	13,2	12,8	49,6	3,1
г	26	13,3	12,7	51,1	3,9
д	26	12,85	13,15	49,4	0,4
е	26	11,4	14,6	43,8	-10,9
ж	26	13,3	12,7	51,15	3,9
з	26	13,2	12,8	50,7	3,1
к	26	13,8	12,2	53,0	7,2
л	26	13,0	13,0	50,0	1,58

жение эффективности решетки — на 10,9 % по сравнению с исходной решеткой 1а. Эффективность решетки 1в с прямыми отверстиями на 3,1 % больше, чем решетки 1а с овальными отверстиями, а площадь ее отверстий больше на 2,8 %.

Для решеток, у которых превышение значений эффективности составило более 3 %, была построена зависимость эффективности от подаваемого на модель расхода $E = f(Q_0)$ (рис. 2). Зависимость строили по экспериментальным данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение расходов и показателей эффективности решеток, л/с

Решетка а			Решетка в			Решетка г			Решетка ж			Решетка к		
Q_0	Q_p	E	Q_0	Q_p	E	Q_0	Q_p	E	Q_0	Q_p	E	Q_0	Q_p	E
26,0	12,8	49,23	26,0	13,2	50,77	26,0	13,3	51,2	26,0	13,3	51,2	26,0	13,8	53,1
23,9	12,11	50,67	22,9	11,95	52,18	23,5	12,2	51,9	22,9	12,0	52,4	22,9	12,25	53,5
18,84	10,14	53,82	20,8	11,1	53,37	21,1	11,2	53,1	21,2	11,27	53,2	20,8	11,5	55,3
15,32	8,53	55,68	15,45	8,75	56,63	18,7	10,15	54,3	19,25	10,4	54,0	15,85	9,25	58,4
13,46	7,73	57,43	13,25	7,9	59,62	16,2	9,0	55,6	16,25	9,05	55,7	14,75	8,75	59,3
10,88	6,52	59,93	9,05	5,8	64,09	13,7	7,75	56,6	13,5	7,75	57,4	13,25	8,2	61,9
6,75	4,77	70,67	8,35	5,55	66,47	11,0	6,75	61,4	11,1	6,7	60,4	9,05	6,25	69,1
3,7	2,94	79,46	6,75	4,8	71,11	9,45	5,95	63,0	10,05	6,37	63,4	7,45	5,4	72,5
2,34	2,04	87,18	3,9	3,05	78,21	6,75	4,9	72,6	6,75	5,07	75,1	6,75	5,2	77,0
0,82	0,76	92,68	2,43	2,0	82,3	4,0	3,15	78,8	4,1	3,2	78,0	2,65	2,45	92,5
			0,8	0,7	87,5	2,8	2,35	83,9	2,55	2,23	87,5	1,65	1,6	97,0
						1,25	1,1	88,0	1,77	1,5	84,7			

На рис. 2 можно видеть, что у решетки 1к эффективность наибольшая, однако с увеличением подаваемого на модель расхода эффективность всех решеток снижается. Диапазон изменения значений эффективности решеток — от 49,23 до 97 %.

Решетки 1в и 1к имеют одинаковую форму отверстий по плану, одинаковую площадь проникновения света, различие — в стержнях: у решетки 1к они имеют закругленную форму (см. рис. 1к), благодаря чему эффективность увеличивается. Именно закругление стержня, а не придание ему скошенной формы дает

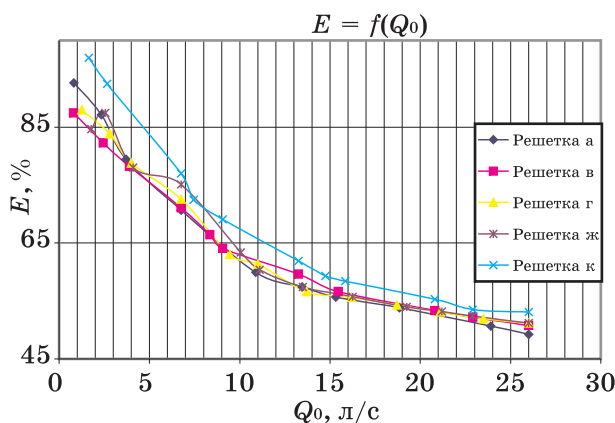


Рис. 2. Зависимость значений эффективности решеток от подаваемого на модель расхода

такой результат (см. рис. 1з).

Интересны и визуальные наблюдения за поведением водного потока в окрестностях решеток. Так, у решетки 1д при $h_{\text{лот.}} = 4$ см отмечены всплески высотой до 5 см на первом со стороны дороги отверстии, водная поверхность на решетке снижалась резко. Больше всего всплесков и брызг наблюдалось в местах сужения отверстий. У решетки 1г при $h_{\text{лот.}} = 4$ см всплески воды были зафиксированы на первом со стороны дороги отверстии небольшие (высота 0,5...1 см), а у решетки 1д наблюдались всплески, сопровождаемые обильным образованием брызг высотой 7...9 см. Такой режим явно неблагоприятный, так как брызги перелетают через бордюр, увлажняя тротуар и смывая почву с газонов. У решетки 1а отмечены всплески на первом отверстии при глубине $h_{\text{лот.}} = 4$ см небольшой высоты (2...3 см), а уже при $h_{\text{лот.}} < 1,5$ см всплесков не было вовсе, зато проскок воды по стержням решетки был весьма заметен. Даже незначительное скругление кромок стержней, как у решетки 1б, уменьшает расход проскока по стержням, поскольку приводит к интенсивному скатыванию воды в отверстия. При $h_{\text{лот.}} = 4$ см на первом отверстии наблюдался всплеск высотой 2...3 см, водная поверхность на решетке снижалась резко. Поток на решетках 1в и 1ж имел сходное поведение, при $h_{\text{лот.}} = 4$ см образовывались всплески, которые с уменьшением глубины и расхода постепенно исчезали. На отверстиях прямоугольной формы образовывалось больше всплесков и брызг, чем на отверстиях овальной формы. Наилучшие условия обтекания наблюдались у решетки 1к. При $h_{\text{лот.}} = 4$ см всплески у первого отверстия не превышали 3 см, а при $h_{\text{лот.}} < 2,5$ см проскок по стержням отсутствовал полностью, наблюдался только проскок сбоку решетки. Доказано, что придание стержню скошенности и выпуклости не дает заметного увеличения гидравли-

ческой эффективности решетки и не приводит к уменьшению всплесков и брызг в районе отверстий.

Выводы

В процессе исследований были созданы новые образцы дождеприемных решеток с продольным положением стержней, обладающих повышенной пропускной способностью по сравнению с исходной решеткой. Увеличение эффективности решеток на 6...9 % стало возможным благодаря изменению геометрии верхней части продольного стержня путем придания ему закругленного профиля.

Ключевые слова: *поверхностный водоотвод, водосборная площадь, дождевой сток, обочина, дождеприемный колодец, дождеприемная решетка, сопрягающий лоток, прикромочный лоток.*

Список литературы

1. Овчинников, И. Г. Проезжая часть автодорожных мостов: дорожная одежда, гидроизоляция, водоотвод [Текст] / И. Г. Овчинников : учеб. пособие по курсу «Проектирование мостов». — Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2003. — 205 с. ISBN 5-7433-1232-X
2. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения [Текст] ; разработ. Союзводоканалпроектом Госстроя СССР с участием ЕНИИВОДГЕО и др. ; утв. Государственным комитетом СССР по делам строительства 21.05.1985. — М. : ГУП ЦПП, 2003. — 60 с.
3. СНиП 2.05.02–85. Автомобильные дороги [Текст] ; разработ. СоюздорНИИ Минтранстроя с участием Союздорпроекта, Московского автомобильно-дорожного института Минвуза СССР и др. ; утв. Государственным комитетом СССР по делам строительства 17.12.1985. — М. : ГУП ЦПП, 2003. — 55 с.
4. Отчет о НИР. Разработка усовершенствованных конструкций и методик расчета сооружений для отвода и очистки вод поверхностного стока с покрытий дорог и мостов с составлением рекомендаций [Текст] / Д. В. Штеренлихт, Н. В. Ханов, М. В. Беспрозванный, Е. В. Исаихина. — М. : МГУП, 2004. — № гос. регистрации 01.2.00306430.