

УДК 634.0.383.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АГЛОПОРИТОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПЛИТ

И. И. ЛЕОНОВИЧ, Я. И. ДРОЗД, П. С. БОБАРЫКО

Белорусский технологический институт

Приведены результаты исследований аглопоритожелезобетонных плит, полученные при испытании их как балок на двух опорах и на упругом основании. Установлена возможность применения аглопоритобетона для производства дорожных плит.

На автомобильных лесовозных дорогах все большее применение находят покрытия из железобетонных плит. Однако широкому внедрению таких покрытий препятствует высокая их стоимость (36—47% общей стоимости строительства дороги). Если учесть еще затраты на транспортировку плит к месту строительства, то стоимость их составит 50—60% стоимости дороги. Поэтому снижение стоимости дорожных плит и их веса (с целью уменьшения транспортных расходов) — задача весьма актуальная.

Один из методов решения заключается в применении для производства плит легких бетонов, в частности, аглопоритобетона. Физико-механические свойства искусственного материала — аглопорита достаточно хорошо исследованы в Белорусском политехническом институте и НИИСМе. Установлено, что аглопорит отвечает всем требованиям, предъявляемым к искусственным заполнителям и вполне пригоден для приготовления легких бетонов высоких марок.

Для изготовления опытных дорожных плит нами принят аглопоритобетон марки 300. Расход материалов на изготовление 1 м<sup>3</sup> бетона следующий: портландцемент марки 400—425 кг; аглопоритовый щебень фракции 5—20 мм — 800 кг; кварцевый песок ( $M_k = 2,7$ ) — 780 кг; вода — 240 л.

Прочностные свойства бетона и модуль упругости  $E_b$  определяли по кубикам (150×150×150 мм) и призмам (150×150×600 мм). Прочность бетона в возрасте 28 суток составила 296—326 кг/см<sup>2</sup>, а в момент испытания плит 308—350 кг/см<sup>2</sup>, модуль упругости при этом равнялся  $1,95 \cdot 10^5$  кг/см<sup>2</sup>.

Для армирования плит применяли: в верхней и нижней зонах в продольном направлении — арматуру периодического профиля класса А-III (сталь 35ГС) диаметром 10 мм и в поперечном — стержни диаметром 8 мм, тоже периодического профиля. Прочностные характеристики арматурных сталеы следующие: нормативное сопротивление  $R_n = 4000$  кг/см<sup>2</sup>; модуль упругости  $E_a = 2,0 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>. При проектировании опытных аглопоритожелезобетонных плит в качестве эталона была принята железобетонная ячеистая плита А. В. Яковлева (размером 2,5×1,0×0,16 м). Дорожная плита из аглопоритожелезобетона (рис. 1) имеет в плане прямоугольную форму с 24 отверстиями (ячейками на нижней плоскости), что способствует контакту плиты с основанием.

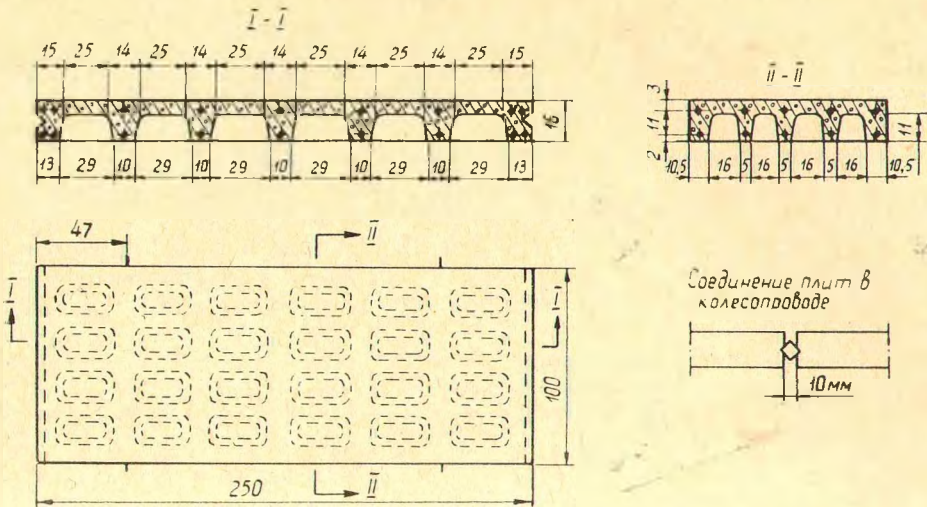


Рис. 1.

Для выявления прочностных и деформативных характеристик были испытаны плиты двух видов: из тяжелого и легкого бетонов. Испытания проводили на упругом основании и на жестких опорах.

Основная цель испытания — установить прочность, жесткость и трещиностойкость плит при действии нагрузок с доведением до разрушающих.

Общий вид испытательного стенда, при испытании на двух опорах, приведен на рис. 2.

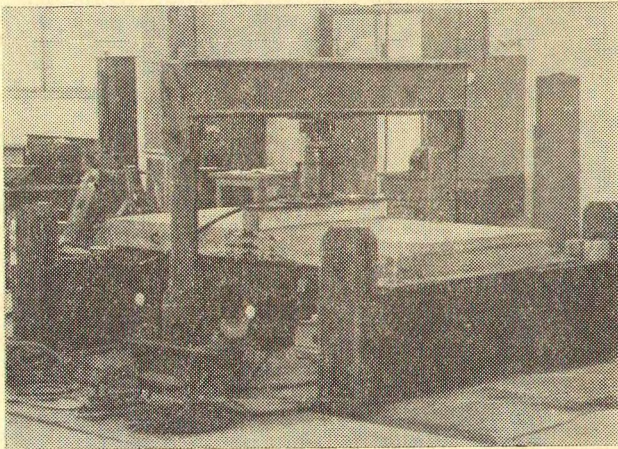


Рис. 2.

Нагрузку на плиту создавали гидравлическим домкратом через штамп, представляющий собой деревянный брусок сечением  $10 \times 10$  см и длиной 100 см. Брусок устанавливали посередине плиты в поперечном направлении. Для придания большей жесткости на брусок накладывали швеллер и металлическую пластину толщиной 20 мм.

Деформации бетона и арматуры замеряли с помощью тензодатчиков с базой соответственно 50 и 20 мм. В качестве регистрирующего устройства использовали тензостанцию АИ-1 с автоматической балансировкой моста. Прогобы плиты замеряли прогибомерами системы Максимова, установленными в трех сечениях (в середине плиты и на краях у опор).

Плиту нагружали ступенями: сначала через 0,2  $T$ , а затем через 0,5  $T$  и доводили ее до разрушения. Перед началом испытаний производили «обкатку» приборов путем приложения и снятия двух ступеней нагрузки по 0,25  $T$ . На каждой ступени загрузки плиту выдерживали в течение 10—15 мин. В этот промежуток времени снимали показания приборов и тщательно осматривали плиту с целью обнаружения трещин.

Исследование образования и раскрытия трещин в аглопоритожелезобетонных плитах показало, что этот процесс подобен процессу образования трещин в плитах из тяжелого бетона. Первая трещина шириной 0,05 мм появилась в аглопоритожелезобетонной плите при нагрузке 1,57  $T$ ; в то же время первая трещина в плите из тяжелого бетона зафиксирована при  $P = 1,35 T$ . Трещины, расположенные в центральной части плит на боковых гранях, раскрывались интенсивнее. Это свидетельствует о более существенном развитии продольных деформаций и напряжений в сечении непосредственно под нагрузкой. Нормативной ширины раскрытия (0,2 мм) первые трещины в аглопоритожелезобетонной плите и в плите из тяжелого бетона достигли при нагрузках соответственно 5,25 и 4,2  $T$ .

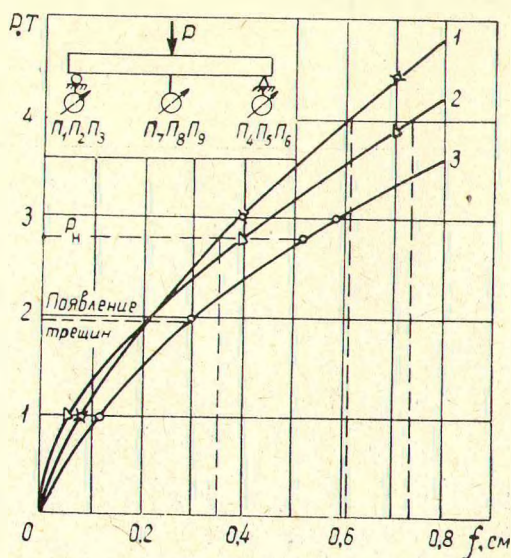


Рис. 3.

На рис. 3 представлен график зависимости прогибов плит  $f$  от нагрузки  $P$ . Анализ показывает, что значения опытных прогибов плиты из тяжелого бетона (кривая 1) несколько меньше прогибов аглопоритожелезобетонной плиты (кривые 2 и 3). Так, при нормативной нагрузке ( $P = 2,7 T$ ) прогиб плиты из тяжелого бетона составил 3,6 мм, а из аглопоритобетона — 4,5 мм. Теоретически подсчитанные прогибы соответственно равны 6,5 и 7,0 мм.

Аглопоритожелезобетонная плита разрушалась при нагрузке  $7,2 T$ , а плиты из обычного бетона при  $P = 6,2 T$ . В момент разрушения интенсивно возрастали прогибы и появлялись трещины на поверхности плиты, в сжатой зоне.

Так как железобетонные покрытия автомобильных дорог представляют полосы, лежащие на упругом основании грунта, то более правильно рассчитывать их как плиты на упругом основании в условиях плоской деформации.

При испытании аглопоритожелезобетонных плит предусматривалось: установить зависимость прогибов конструкции от статической нагрузки, прикладываемой в разных точках плиты; исследовать распределение напряжений в бетоне и арматуре; определить имеющийся в конструкциях запас прочности путем доведения нагрузки до разрушающей.

Плиты испытывали на специальном стенде, который представлял собой грунтовый лоток глубиной  $3,0$  м, шириной  $3,0$  м и длиной  $4,5$  м. Упругим основанием служил среднезернистый песок, засыпанный на всю глубину лотка и уплотненный площадочным вибратором. При испытании применяли те же приборы и оборудование, что и для плит на жестких опорах. Нагрузку на плиту передавали через металлический штамп диаметром  $34$  см.

Относительные деформации верхних и нижних волокон плиты измеряли в трех точках: на торце плиты, на  $1/4$  ее длины и в центре (на пересечении продольной и поперечной осей). Наибольший интерес представляли испытания при приложении нагрузки в центре плиты, так как они позволяли установить фактическую предельную прочность плиты в самом напряженном ее сечении. В результате экспериментальных исследований получены зависимости изменения деформаций и прогибов от нагрузки и данные о характере развития трещин.

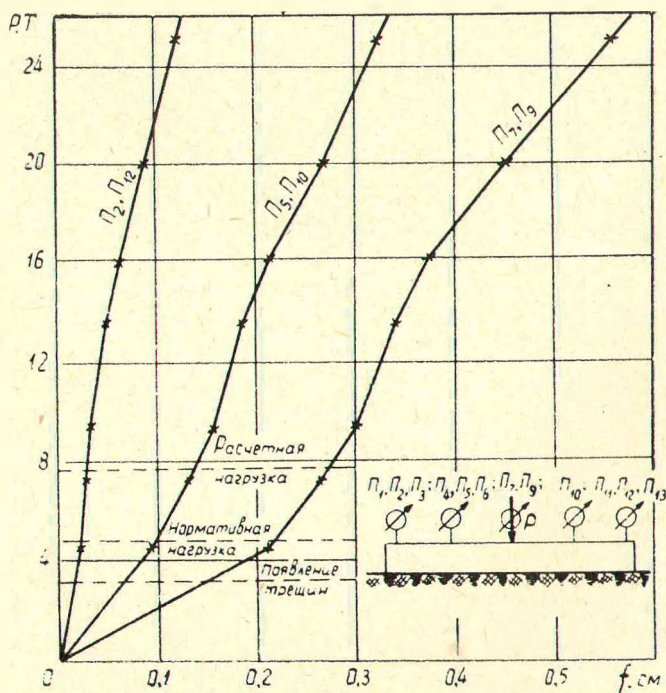


Рис. 4.

Прогибы плиты определяли с помощью прогибомеров типа 6ПАО с ценой деления 0,01 мм, установленных в пяти поперечных ее сечениях. Величина прогиба под штампом при нагрузке  $P = 7,2 T$  оказалась равной 0,25—0,28 см, а при нагрузке  $1,9 P = 0,36$  см. При доведении нагрузки до 23,8 T прогиб в середине плиты составил 0,59 см (рис. 4).

Первая волосяная трещина на боковой грани плиты появилась при  $P = 3,2 T$ . При нормативной нагрузке ( $P_n = 4,75 T$ ) ширина некоторых трещин составила 0,1 мм. Допустимая ширина раскрытия трещин была отмечена при нагрузке  $1,6 P_n$ .

Разрушение плиты произошло при нагрузке 30 T. С дальнейшим увеличением нагрузки давление по манометру не возрастало, а интенсивно развивались деформации бетона под штампом и в зоне, прилегающей к нему. В этот же момент появилась зона раздробления бетона около штампа, и плита разрушилась.

Результаты сравнительного анализа плит из легкого и тяжелого бетонов, испытанных как балки на двух опорах и на упругом основании, нагруженные сосредоточенной нагрузкой, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид плиты	Вид испытаний	Расчетная нагрузка, $P, T$	Разрушающая нагрузка, $P_p, T$	$\frac{P_p}{P}$	Прогибы		$\frac{f_{оп}}{f_T}$
					теоретический $f_T, мм$	опытный $f_{оп}, мм$	
Аглопоритожелезобетонная	На двух опорах	4,35	7,2	1,6	6,5	4,1	0,63
"	На упругом основании	7,2	30	4,1	6,7	5,9	0,88
Из тяжелого бетона	На двух опорах	4,35	6,2	1,4	7,0	5,2	0,74

На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать вывод, что конструкции, работающие на упругом основании, имеют более высокую несущую способность, чем плиты, работающие как балки на двух опорах. Это дает возможность уменьшить сечение плит.

Лабораторные испытания дорожных плит, а также опыт эксплуатации мостов на автомобильных дорогах позволяют считать, что: аглопоритобетон найдет широкое применение во всех видах конструкций, работающих на упругом основании: в покрытиях автомобильных дорог, аэродромов и пр.; замена тяжелых бетонных плит аглопоритобетонными, обладающими достаточной прочностью, жесткостью и трещиностойкостью, позволит снизить вес дорожных плит на 20—25%.

Поступила 16 апреля 1973 г.