

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Солоненко И.П.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

Постановка проблемы

Увеличение общей массы грузовых автомобилей, и увеличение интенсивности движения транспортного потока, рост осевых нагрузок приводят к ускоренному разрушению дорожных покрытий, что требует проведение научных исследований по разработке более совершенных материалов для дорожных покрытий [1, 2].

Как показал опыт эксплуатаций автомобильных дорог [2], более долговечными и требующие меньших средств на содержание и ремонт являются дороги из цементобетонна (ЦБ). Протяженность дорог с таким покрытием в Украине составляет менее 5% от общего количество дорог (ок. 57900 км) [3].

Расширение строительства автомобильных дорог с покрытием из ЦБ позволит снизить расходы необходимые на эксплуатационные и ремонтные работы (средний срок службы дорог из ЦБ составляет 50 и более лет [1-3]).

В настоящее время есть немало примеров зарубежной практики эффективного применения ЦБ при строительстве дорожных одежд на автомобильных дорогах. На многих дорогах были построены монолитные бетонные, железобетонные и армированные покрытия. В США, Аргентине, Нидерланды, Англия и др. странах широко применяются основания для автомобильных дорог из материалов и грунтов, укрепленных цементом. Так, в Аргентине построена автомагистраль по две полосы в каждом направлении шириной 7,3 м протяженностью 230 км. Конструкция дорожной одежды состоит из грунта, обработанного цементом толщиной 12,5 см в основании, и покрытия из ЦБ толщиной 21 см. Объем уложенной цементобетонной смеси составляет 353 тысячи кубических метров[1-4]. В Нидерландах введена в эксплуатацию автомагистраль А50 протяженностью 35 км. Шестиполосная проезжая часть имеет цементобетонное покрытие толщиной 25 см, ширина проезжей части 11,9 м. В Англии построена шестиполосная автомагистраль М6. Конструкция дорожной одежды состоит из основания толщиной

25 см из слоя армированного ЦБ толщиной 22 см и слоя асфальтобетона толщиной 4 см. Во всех случаях прочность верхнего слоя ЦБ покрытия автомобильной дороги составляет около 50 МПа [4].

В Украине в настоящее время для строительства жёстких покрытий применяется тяжёлый бетон. Допускается применение мелкозернистого бетона, при этом его класс прочности на сжатие при использовании в однослойном или верхнем слое двухслойного покрытия должен быть не ниже В30 (таблица 1) [1,5].

Таблица 1

Минимальные проектные требования к бетону покрытий и оснований, автомобильных дорог

| Кат. доро- ги | Назначение бетона | Минимальные проектные классы бетона | |
|---------------|--|---|--------------------------|
| | | по прочно- сти на растяжение при изгибе | по проч- ности на сжатие |
| I, II | Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия | $B_{tb}4,0 (R_{tb}50)$ | B30 |
| | Нижний слой двухслойного покрытия | $B_{tb}3,2 (R_{tb}40)$ | B22,5 |
| III | Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия | $B_{tb}3,6 (R_{tb}45)$ | B27,5 |
| | Нижний слой двухслойного покрытия | $B_{tb}2,8 (R_{tb}35)$ | B20 |
| IV | Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия | $B_{tb}3,2 (R_{tb}40)$ | B25 |
| | Нижний слой двухслойного покрытия | $B_{tb}2,4 (R_{tb}30)$ | B15 |
| I-V | Основание | $B_{tb}1,2 (R_{tb}15)$ | B5 |

Цель и задачи исследования.

Цель исследования – повысить физико-механические показатели ЦБ покрытия, введение в его состав суперпластификатор (СП) С3 [6], воздухововлекающей добавки РТ-1 [7], полипропиленовой фибры [7-9], микрокремнезема [10], а также отсева гранитного щебня.

Для изготовления опытных образцов использовался:

- цемент ПЦ – П/А – Ш 500, (ОАО «Югцемент»);
- кварцевый песок мытый, (Вознесенский карьер Николаевской области) модуля крупности (Мкр) 2,5;
- отсев щебня фр. от 0,14 до 5 мм;
- в качестве пластифицирующей добавки применялся, разжижитель С-3, обеспечивающей повышение подвижности ЦБ. Он представляет собой полианионные поверхностно-активное вещество [11], структурная формула которого представлена на рис.1;

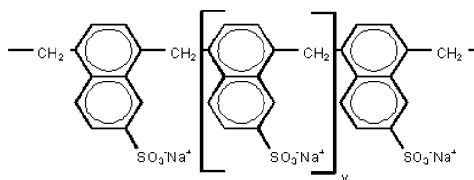


Рис 1. Сульфонафталиноформальдегид (С3)

- воздухововлекающая добавка РТ-1, («Marel»), для обеспечения увеличения количества вовлеченного воздуха (при крупности заполнителя до 10 мм и В/Ц до 0,40 объем вовлеченного воздуха в бетонную смесь должен составлять не более 4%, соответственно ГОСТ 26633-91 [5]);

- микрокремнезем (МКЗ), (ПП "ХІМІЧНА ТОРГІВЕЛЬНА МЕРЕЖА"), в качестве наполнителя, размер частиц составляет 0,1-0,2 микрон, удельная поверхность - около 20000 м²/кг;

- полипропиленовая фибры (Фп) - MAPEFIBRE NS 12/ NS 18 (длина волокон 10мм), («Marel»), для повышения трещиностойкости.

Предварительные испытания, описаны в работе [9], позволили подобрать состав бетонной смеси, для изготовления опытных образцов (табл. 2).

Опыты проводились на образцах размером 10x10x10 см (сжатие (Рсж)) и 4x4x16 см (изгиб (Ризг)). После изготовления образцы набирали прочность в нормально-влажностные условия твердения (t=20⁰С, W=80%) 28 суток.

Затем они подверглись испытаниям на сжатие и изгиб. Опыты проводились в лаборатории кафедры строительных материалов Одесской государственной академии строительства и архитектуры, по методике ДСТУ Б В.2.7-187:2009 [12], ГОСТ 10180-90 [13]. Испытания на изгиб осуществлено на образцах 4x4x16 см по методике [12], на приборе МИИ 100, приведены в графическом виде на рисунке 2.

Таблица 2

Состав бетонной смеси используемой при изготовлении образцов

| Компоненты | Составы | | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Цемент, кг/м ³ | 521 | 521 | 518 | 516 | 517 | 518 | 516 | 517 | 518 |
| Песок, кг/м ³ | 473 | 473 | 473 | 473 | 473 | 473 | 473 | 473 | 473 |
| Отсев щебня фр. 0,14 - 5, кг/м ³ | 1050 | 1050 | 1050 | 1050 | 1050 | 1050 | 1050 | 1050 | 1050 |
| МКЗ, % | -- | -- | 2 | 2 | 2 | 2 | -- | -- | -- |
| Вода, л/м ³ | 255 | 195 | 195 | 197 | 197 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| В/Ц | 0,48 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| С-3, % | -- | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| РТ-1, л/м ³ | -- | -- | -- | 1,2 | 1,2 | -- | 1,2 | -- | 1,2 |
| Фп, % от Ц | -- | -- | -- | 0,2 | -- | 0,2 | 0,2 | 0,2 | -- |
| ОК, см | 16 | 20 | 20 | 19,5 | 20 | 19,67 | 20 | 19 | 20 |
| Условия | t (20 ± 3) ⁰ С, Влажность 70...80% | | | | | | | | |

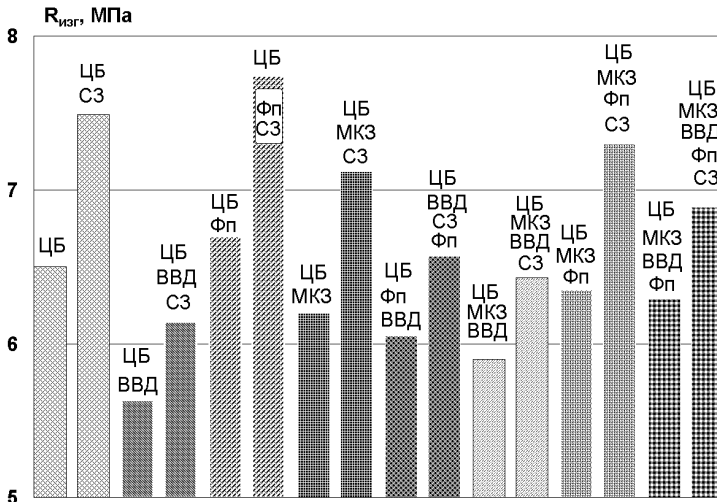


Рис. 2 Зависимость прочности $R_{изг}$ (образца 4x4x16) от величины, введенной в его состав добавок: СП – СЗ, микрокремнезема – МКЗ, воздухововлекающей добавки РТ-1 – ВВД, полипропиленовой фибры – Фп

Как видно из рисунка 2, применение СП С3 в количестве 1% в ЦБ повышает прочности образца на Ризг - 15,23%. Введение в состав ЦБР с ВВД - РТ-1, С3 в ранее определенном количестве приводит к увеличению прочности на 9,06%. Добавление в состав ЦБР с Фп, СП С3 приводит к увеличению прочности на 15,52%. Введение в состав ЦБР с МКЗ, СП С3 приводит к увеличению прочности на 14,84%. Введение в состав ЦБР с Фп, ВВД - РТ-1 с СП С3 приводит к увеличению прочности на 8,59%. Введение в состав ЦБР с ВВД - РТ-1, МКЗ с СП С3 приводит к увеличению прочности на 8,98%. Добавление в состав ЦБР с Фп, МКЗ с СП С3 приводит к увеличению прочности на 14,96%. Добавление в состав ЦБР с Фп, МКЗ и ВВД - РТ-1 с СП С3 приводит к увеличению прочности на 9,54%. Полученные результаты по определению прочности на сжатие, на образцах 10x10x10 см приведены на рисунке 3.

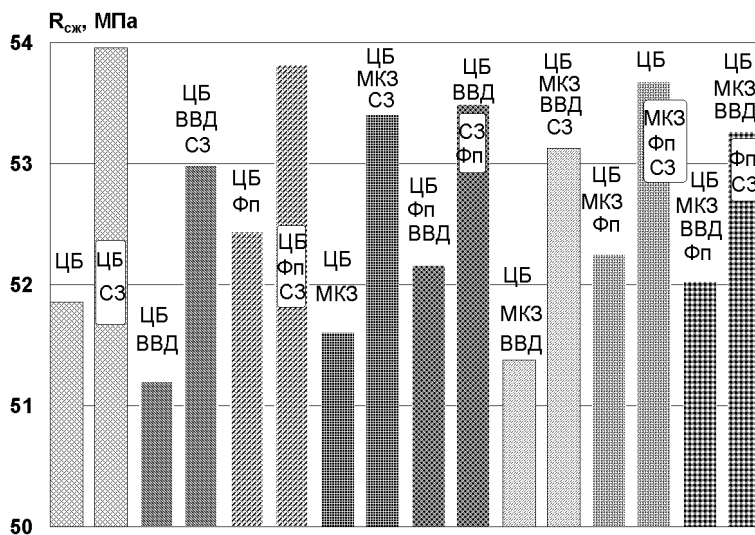


Рис. 3 Зависимость прочности $R_{сж}$ (образца 10x10x10) от величины, введенной в его состав добавок: СП - С3, микрокремнезема - МКЗ, воздухововлекающей добавки РТ-1 - ВВД, полипропиленовой фибры - Фп

Как видно из зависимостей (рис. 3), применение СП С3 в количестве 1% ЦБ повышает прочности образца на $R_{сж}$ на 4,05%. Введение в состав ЦБ с ВВД - РТ-1, С3 приводит к увеличению прочности на

3,5%. Добавление в состав ЦБ с Фп, СП С3 приводит к увеличению прочности на 2,7%. Введение в состав ЦБР с МКЗ, СП С3 приводит к увеличению прочности на 3,49%. Добавление в состав ЦБ с Фп, ВВД - РТ-1 с СП С3 приводит к увеличению прочности на 2,54%. Введение в состав ЦБ с ВВД РТ-1, МКЗ с СП С3 приводит к увеличению прочности на 3,40%. Введение в состав ЦБ с Фп, МКЗ с СП С3 приводит к увеличению прочности на 2,74%. Добавление в состав ЦБ с Фп, МКЗ и ВВД - РТ-1 с СП С3 приводит к увеличению прочности на 2,38%.

Выводы

Проведенные исследования позволили автором разработать рабочую гипотезу научно-исследовательской работы: Получение дорожно-го покрытия для автомобильных дорог из цементобетона, за счет использования модифицированных добавок: разжижитель - С3, воздухововлекающая добавка - РТ-1, полипропиленовая фибры, и молотого наполнителя – микрокремнезема с повышенными физико-механическими характеристиками: прочность на сжатие ≥ 45 МПа; на растяжение при изгибе ≥ 6 МПа. Это позволило разработать план – структуру (блок-схему) данных научных исследований.

SUMMARY

The paper examines the impact on the physical and mechanical properties of cement concrete pavement, an introduction to their composition plasticizer С3, air-entraining agent, RT-1, polypropylene fibers, fine (mikrokremnazem) and coarse (elimination of crushed granite) aggregate.

Литература

1. Гишман М.Е., Попов В.И. Проектирование транспортных сооружений: Учебник для вузов. – 2-е изд., - М.:Транспорт, 1988 447 с.
2. Федотова Г.А, Поспелов П.И. СЭД. V том. Проектирование автомобильных дорог. Москва 2007.-816с.
3. И.А. Войлок, А.С. Горшков Бетонные дороги: актуальность, возможности и оборудование №6(68)2008.: <http://www.stroy-press.ru>
4. Вячеслав Гилевич Увеличение срока службы покрытий авт-лей и автодорог: <http://alliance-ltd.narod.ru/info/stat-avtodor.html>
5. Солоненко И.П. Сучасні пластифікуючі добавки для цементобетонів у дорожньому будівництві // Вестник ОГАСА. Вып.№45 – Одесса: ТОВ «Зовнішрескларсервіс» 2012. – С. 254-258.
6. В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. Химические добавки для модификации бетона: Каз. ГАСУ— М. Изд. «Палеотип», 2006. - 244 с.