

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В настоящее время на автомагистралях для устройства дорожного покрытия применяется высокощебенистый асфальтобетон, в составе которого объем крупного заполнителя (щебня) достигает 60% и более. При такой структуре асфальтобетона его качества во многом характеризуются свойствами щебня.

В настоящее время считается, что оптимальной формой щебня является кубовидная или тетраэдрическая.

Однако следует иметь в виду, что стоимость кубовидного щебня почти в два раза выше, чем рядового. Поэтому важно знать, насколько влияет содержание лещадных частиц на долговечность асфальтобетона, какие размеры частиц наиболее неблагоприятны.

Согласно ГОСТ 8267–93, к лещадным относят частицы, у которых длина превышает толщину в 3 и более раз. Здесь также требуется уточнение влияния размеров и формы частиц на свойства асфальтобетона.

Для теоретического исследования влияния формы зерен щебня и их взаимного расположения на прочностные свойства асфальтобетона были созданы плоские упрощенные модели асфальтобетона для расчета плоского напряженного состояния методом конечных элементов (МКЭ).

Для упрощения зерна кубовидной формы принимались в виде правильных квадратов, зерна лещадной формы — в виде прямоугольников, причем меньшая сторона прямоугольника равна стороне квадрата, а большая равна $n=(3...6)$ сторонам квадрата. Расчетная схема была принята с учетом следующих начальных условий:

1) жесткое защемление пластины снизу и запрещение перемещений по оси ОХ по бокам;

2) вертикальное отрицательное давление принималось равновеликим удельному давлению расчетного автомобиля группы А равному 0,6 МПа.

В межзерновых пространствах предполагается наличие матрицы асфальтовяжущего (битум+песок+минеральный порошок) в виде упругого тела с равновеликими свойствами в любой точке. Щебень и матрица асфальтовяжущего имели следующие начальные показатели:

- 1) $E_{\text{упр}} = 50\text{--}51 \text{ ГПа}$, $\nu = 0,28$, $\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$;
- 2) $E_{\text{упр}} = 1,4\text{--}1,5 \text{ ГПа}$, $\nu = 0,36$; $\rho = 2,31 \text{ г/см}^3$.

Форма лещадного щебня, задаваемая в моделях, была равна 1:N. Модели плоского напряженного состояния рассчитывались в программе конечно-элементного анализа конструкций MSC/NASTRAN. В результате проведенных расчетов оценивали:

1. Распределение растягивающих напряжений в зернах лещадной и кубовидной формы. Установили, что концентрация напряжений в зернах кубовидной формы происходит в основном по краям зерна, в то время как в зернах лещадной формы — в центре зерна (рис. 1). На основании этого можно сделать вывод, что при достижении растягивающим напряжением в зерне своего предельного значения зерно лещадной формы полностью разрушится, тогда как зерно кубовидной формы лишь частично утратит свои прочностные качества.

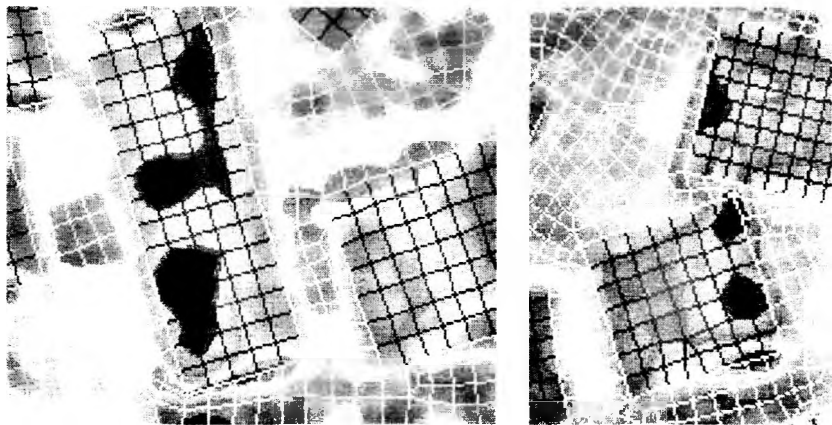


Рис. 1. Концентрация напряжений в зернах различной формы

2. Соотношение среднего растягивающего напряжения в зернах лещадной и кубовидной формы в зависимости от процентного содержания лещадного щебня, и его формы (с отношением сторон 1:N). Результаты представлены на рис.2,

где N — соотношение сторон зерна лещадной формы;

F — содержание щебня лещадной формы;

S — соотношение среднего растягивающего напряжения в зернах лещадной и кубовидной формы $\frac{\sigma_{\text{ср(лещ)}}}{\sigma_{\text{ср(куб)}}}$.

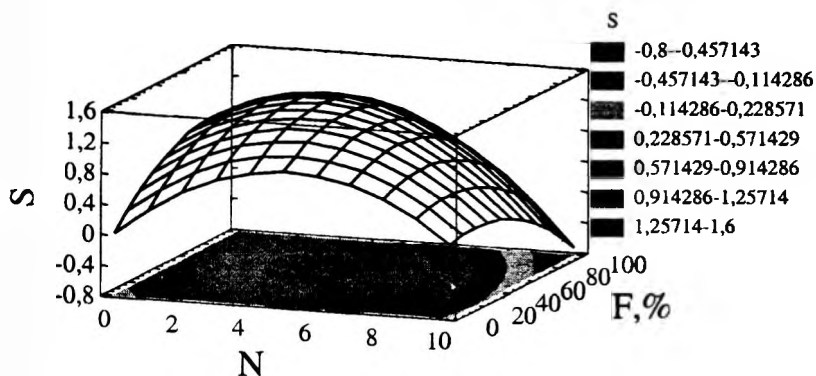


Рис.2. Зависимость $\frac{\sigma_{\text{ср(лещ)}}}{\sigma_{\text{ср(куб)}}}$ от содержания лещадного щебня и соотношения сторон зерна лещадной формы

Исходя из данных, представленных на рис. 2, можно сделать следующие выводы:

а) при значении $\frac{\sigma_{\text{ср(лещ)}}}{\sigma_{\text{ср(куб)}}}$ более 1 (т. е. растягивающие напряжения распределяются главным образом по зернам лещадной формы) резко увеличивается возможность разрушения отдельных щебенки и как следствие происходит снижение прочностных качеств асфальтобетона в целом;

б) максимум S приходится для частиц с соотношением 1:4–6 при их содержании 40–60%.

Полученные результаты позволяют сделать важный вывод, что для асфальтобетона к лещадным следует относить частицы с соотношением сторон 1:4–6.

С целью экспериментальной проверки полученных результатов были изготовлены образцы асфальтобетона с различным содержанием кубовидного и лещадного щебня.

Был принят асфальтобетон типа А следующего состава:

- щебень фракции 10 — 20–60% ;
- гранитный отсеv — 20% ;
- песок природный — 12% ;
- МП — 8% .

В качестве вяжущего использовали битумы Новополюцкого НПЗ марки БНД 90/130 в количестве 5,3...5,5% от минеральной части.

Были выполнены исследования надежности асфальтобетона на устойчивость к пластическим деформациям, температурным и усталостным трещинам и дробимости при уплотнении. Для оценки дробимости образцы уплотняли нагрузкой, в 2 раза превышающей нормативную.

Сопротивление износу падает уже при содержании частиц лещадной (пластинчатой) формы более 20% .

Дробимость и падение прочности на растяжение при 0°С становятся заметной также при содержании лещадных частиц более 30% . Характерно, что происходит увеличение прочности на растяжение при 0°С при увеличении количества лещадных частиц. То есть содержание частиц до 30% положительно сказывается на прочности на растяжение при 0°С и трещиностойкости. Объяснить это можно определенной "армирующей" способностью лещадных частиц и большим восприятием растягивающих напряжений. Это "разгружает" матрицу асфальтовяжущего и способствует росту прочности.

Отрицательное влияние лещадных частиц проявляется в наибольшей степени на сопротивление износу. В этом случае их содержание следует ограничить 20% .

Заключение

В асфальтобетонных смесях к "лещадным" следует отнести частицы с соотношением сторон 1:4–6, в отличие от ГОСТ 8267–93, где к лещадным относят частицы с соотношением сторон 1:3.

В асфальтобетонных смесях (в том числе т.А) содержание лещадных частиц может достигать 30% без существенного влияния на основные физико-механические свойства (сдвигоустойчивость, трещиностойкость, дробимость при уплотнении). Может наблюдаться даже положительный эффект.

Отрицательно содержание лещадных частиц сказывается на сопротивлении износу. В этом случае следует ввести ограничение 20%. При более высоком содержании необходимо устройство слоя износа.