

УДК 624.042

Зинченко Е.В. инженер

Овчинников И.Г., д.т.н., профессор, академик РАТ,

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АНАЛИЗУ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ НА ИХ СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ СДВИГОВЫМ ДЕФОРМАЦИЯМ

В последнее время задача обеспечения долговечности современных типов гидроизоляции и дорожной одежды на мостовых сооружениях приобрела особую актуальность, как в теоретическом, так и в практическом отношении. А так как теоретические исследования должны опираться на надежный экспериментальный фундамент, то весьма важными являются экспериментальные исследования влияния гидроизоляции и дорожной одежды различных типов на сопротивляемость дорожной одежды мостовых сооружений сдвиговым деформациям. В связи с этим с помощью начальника испытательной лаборатории ОАО «Тоннельный отряд №44», к.т.н. Дьякова К.А. и заместителя начальника испытательной лаборатории к.т.н. Черскова Р.М. была реализована соответствующая программа исследований.

1) Оценка сдвигающих напряжений, возникающих на подошве границе дорожной одежды.

Оценка сдвигающих напряжений производилась из того расчета, что коэффициент сцепления шины (равный отношению величины максимального тягового усилия T к вертикальной нагрузке на колесо P , при превышении которого начинается пробуксовывание ведущего колеса или проскальзывание заторможенного) с сухим асфальтобетонным покрытием составляет $\varphi=0,55...0,60$. Следовательно, при действии современных грузовых автомобилей с шинами 425/65 R 22.5, имеющими площадь отпечатка $S=67850$ мм² (диаметр отпечатка $D = 29,4$ см) и вызывающими максимальное вертикальное напряжение $\sigma=0,98$ Н/мм² (МПа), максимальное сдвигающее напряжение на поверхности покрытия составит в среднем $\tau=\sigma \cdot \varphi=0,98 \cdot 0,58=0,57$ МПа. При толщине дорожной одежды в 10 см отношение глубины Z залегания низа дорожной одежды к диаметру D отпечатка колеса автомобиля равняется $Z/D = 10/29,4=0,34$. При таком соотношении вертикальные напряжения составляют величину порядка 50 % от нагрузки на поверхности дорожной одежды. Отсюда, если учесть распределяющую способность дорожной одежды, при её толщине 10 см на её нижней границе величина сдвигающего напряжения уменьшится до величины $\phi=0,57 \cdot 0,5 = 0,29$ МПа.

В результате экспериментального исследования зависимости количества циклов приложения нагрузки до разрушения от ее величины и построения соответствующей кривой Велера (Рис. 1) было установлено, что безопасный уровень сдвигающих напряжений составляет половину разрушающей нагрузки.

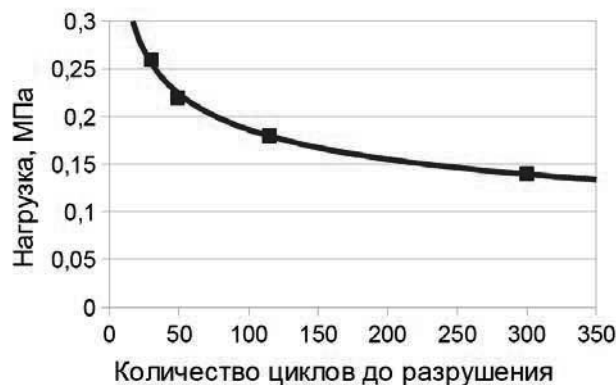


Рис. 1. Характерная кривая Велера при испытании на разрушение при сдвиге

При разрушающей одноцикловой нагрузке 0,60 МПа остальные образцы испытывались циклическим нагружением при величинах нагрузки 0,50 МПа; 0,40 МПа и 0,30 МПа с регистрацией количества циклов нагружения до достижения деформации сдвига равной разрушающей за 1 цикл.

При уровне нагружения 0,30 МПа количество циклов до достижения максимальной деформации стремится к бесконечности и эта величина может быть принята за безопасный уровень нагрузки, который превышает возникающие в конструкции и рассчитанные выше сдвигающие напряжения.

Следовательно, предельное напряжение сдвига при одноцикловом нагружении, которое реализуется в эксперименте, должно быть не ниже 0,58 МПа.

2. Методика определения предельных сдвигающих напряжений между слоем гидроизоляции и асфальтобетоном

Для определения сопротивляемости системы бетон-гидроизоляция - асфальтобетон к сдвиговым деформациям была разработана специальная методика. На плиты, изготовленные из бетона класса В30, наносились различные варианты гидроизоляции, на которую укладывалась асфальтобетонная смесь литого типа, которая, как установлено мировой практикой, является наиболее эффективной для устройства дорожных одежд на мостовых сооружениях. Далее, по истечении не менее 24 часов полученные многослойные конструкции распиливались таким образом, чтобы получить образцы-призмы с заданным уклоном плоскости гидроизоляции к направлению действия нагрузки. Этим регулировалось отношение вертикальных нагрузок к горизонтальным для максимального приближения к реальным условиям эксплуатации (Рис.2).



Рис. 2. Образец-призма для испытания на сдвигустойчивость системы: бетон – гидроизоляция - литой асфальтобетон

Для коэффициента сцепления $\varphi=0,58$ наклон плоскости сдвига, т.е. отношение горизонтальной силы к вертикальной также составляет 0,58. Перед испытанием образцы выдерживались в воде при заданной температуре 40 °С в течении 1,5 часов. Скорость нагружения составляла 3 мм/мин. Критерием отказа считалась максимальная нагрузка перед ее снижением на 5% за 2 секунды.

3. Анализ ряда систем гидроизоляции и дорожной одежды

Исследовались систем дорожной одежды мостового полотна:

Система №1:

1. Бетон плиты проезжей части
2. Праймер битумно-полимерный ТЕХНОНИКОЛЬ № 03
3. Слой оклеечной гидроизоляции Техноэластмост С
4. Литой/вибролитой асфальтобетон

Система №2:

1. Бетон плиты проезжей части
2. Грунтовка на основе эпоксидной смолы — Sikafloor-161VP
3. Мембрана на основе полимочевины — Sikalastic-842 BG
4. Слой сцепления из битумо-латексной эмульсии — Sikalastic-825
5. Литой/вибролитой асфальтобетон

Система №3:

1. Бетон плиты мостового полотна
2. Грунтовка на основе эпоксидной смолы — Sikafloor-161VP
3. Мембрана на основе полимочевины — Sikalastic-842 BG с втопленным щебнем (фракции 3-7 мм)



4. Слой сцепления из битумо-латексной эмульсии — Sikalastic-825
5. Литой/вибролитой асфальтобетон

Система №4:

1. Бетон плиты проезжей части
2. Грунтовочный слой - Kolcoat PUR Ferro
3. Гидроизоляционный слой из полимочевины — Kolflex 301 LC
4. Адгезионный слой — Kolcoat TL
5. Литой/вибролитой асфальтобетон

Система №5:

1. Бетон плиты проезжей части
2. Грунтовочный слой - Kolcoat PUR Ferro
3. Гидроизоляционный слой из полимочевины — Kolflex 301 LC
4. Адгезионный слой — Kolcoat TL с втопленным щебнем (фракции 3-7 мм)
5. Литой/вибролитой асфальтобетон

Система №6:

1. Бетон плиты проезжей части
2. Грунтовочный слой - Kolcoat PUR Ferro
3. Гидроизоляционный слой из полимочевины — Kolflex 301 LC
4. Слой из полимочевины Колфлекс 301ЕС с втопленным щебнем (фракции 3-7 мм) с расходом 600 г/м²
5. Адгезионный слой — Kolcoat TL
6. Вибролитой асфальтобетон

Система №7:

1. Бетон плиты проезжей части
2. Грунтовочный слой - Kolcoat PUR Ferro
3. Гидроизоляционный слой из полимочевины — Kolflex 301 LC
4. Слой из полимочевины Колфлекс 301ЕС с втопленным щебнем (фракции 3-7 мм) с расходом 1000 г/м²
5. Адгезионный слой — Kolcoat TL
6. Вибролитой асфальтобетон

Значения предельных сдвигающих напряжений, полученных как средние из результатов испытаний трех образцов для каждой системы, представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1.

Предельные сдвигающие напряжения для различных систем дорожной одежды мостового полотна.

Исследуемые системы	Предельное сдвигающее напряжение, МПа	Требуемое сдвигающее напряжение, МПа	Характер разрушения
Система №1 с литым а/б	0,090	0,580	По границе гидроизоляции с бетоном
Система №1 с вибролитым а/б	0,096		По гидроизоляции
Система №2 с литым а/б	0,238		По границе гидроизоляции с асфальтобетоном
Система №2 с вибролитым а/б	0,257		По границе гидроизоляции с асфальтобетоном
Система №3 с литым а/б	0,587		По асфальтобетону
Система №3 с вибролитым а/б	0,632		По асфальтобетону
Система №4 с литым а/б	0,311		По границе гидроизоляции с асфальтобетоном
Система №4 с вибролитым а/б	0,341		По границе гидроизоляции с





		асфальтобетоном
Система №5 с литым а/б	0,368	По границе гидроизоляции с асфальтобетоном
Система №5 с вибролитым а/б	0,421	По границе гидроизоляции с асфальтобетоном
Система №6	0,598	По асфальтобетону
Система №7	0,659	По асфальтобетону

Характер разрушения некоторых систем представлен на рисунках 3 и 4.

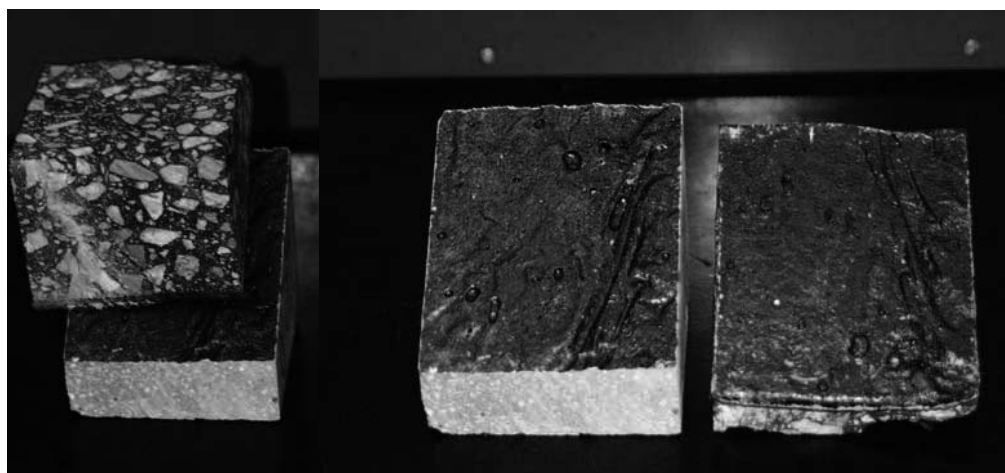


Рис. 3. Характер разрушения системы дорожной одежды №1

Анализ полученных данных показывает, что для обеспечения долговечной работы дорожной одежды мостового полотна в сложных условиях эксплуатации, необходимо не только прочное склеивание всех слоев дорожной одежды (межслойное сцепление), но и наличие специального фрикционного слоя между гидроизоляцией и нижним слоем дорожной одежды. Фрикционный слой, устраиваемый путем втапливания мелкого щебня фракции 3 - 7 мм в дополнительный слой гидроизоляционного материала высокой прочности (например, полимочевины), позволяет эффективно противостоять сдвигающим напряжениям. В то же время втапливание щебня в относительно деформативный материал (адгезионный слой из полимерно-битумного вяжущего - система №5) не дает такого же эффекта. Использование вышеуказанной фракции мелкого щебня 3 - 7 мм обусловлено тем, что в этом случае обеспечивается оптимальное соотношение между глубиной втапливания зерен щебня в дополнительный слой гидроизоляционного материала, толщина которого по экономическим соображениям составляет, как правило, 1,5 - 2 мм, и в нижний слой дорожной одежды.



Рис. 4. Характер разрушения системы дорожной одежды №3





Применение более мелких фракций не позволяет создать прочного зацепления нижнего (асфальтобетонного) слоя дорожной одежды, а более крупных - приводит к вырыванию втопленных щебенки колесами построечного автотранспорта до укладки нижнего слоя дорожной одежды. Проведенные исследования также показали, что оптимальный расход мелкого щебня при устройстве фрикционного слоя составил 800 - 1000 г/м².

Проведенные исследования позволили установить, что требуемое условиями эксплуатации сдвигающее напряжение может быть обеспечено применением следующих систем дорожной одежды: №3, №4, №6, №7.

Кроме того, для обеспечения долговечной работы дорожной одежды мостового полотна в сложных условиях эксплуатации, необходимо не только прочное склеивание всех слоев дорожной одежды (межслойное сцепление), но и наличие специального фрикционного слоя между гидроизоляцией и асфальтобетонным покрытием. Фрикционный слой, устраиваемый путем втапливания мелкого щебня фракции 3 - 7 мм в дополнительный слой гидроизоляционного материала высокой прочности (например, полимочевины), позволяет эффективно противостоять сдвигающим напряжениям.

