

холодным минеральным порошком, не позволяет получать песчаные асфальтобетоны с высокими физико-механическими качествами. В случае приготовления песчаного асфальтобетона необходимо изменить способ подачи битумного вяжущего. Наибольший интерес представляет технология распыления битумного вяжущего на поверхность минерального активированного материала, которая позволит равномерно обработать всю поверхность минерального материала, а также снизить расход вяжущего необходимого для приготовления смеси.

Рациональная область применения песчаного дисперсно-армированного асфальтобетона – устройство тонкослойных покрытий при строительстве и ремонте дорог с низкой интенсивностью движения. Для придания шероховатости слою покрытия возможно устройство одинарной поверхностной обработки.

### **Высокопрочный бетон в местах крепления деформационных швов на мостах**

Кротов Р.Г.

(руководитель Бусел А.В.– д-р. техн .наук, профессор БНТУ)

Деформационные швы располагаются в самых уязвимых местах моста – в уровне проезжей части и торце пролетов, подвержены ударам и вибрации от движения транспорта. На них воздействуют естественные природные явления (атмосферные осадки, ультрафиолетовые излучения и озон), а также пыль, грязь, щелочи цемента, различные виды нефтяных продуктов и химических веществ.

Для успешного функционирования деформационные швы должны:

- Обладать способностью к восприятию совокупности перемещений в горизонтальной и вертикальной плоскостях и поворота плиты проезжей части;
- Противостоять всем действующим нагрузкам;
- Обеспечивать «комфорт», не создавать помех для любых участников дорожного движения, включая велосипедистов, пешеходов и животных;

- Давать полную герметичность, не допускать протечек, приводящих к повреждению опорных частей, подферменных площадок и других элементов;
- Не допускать скольжения колес экипажей;
- Не создавать шума и вибрации при проезде транспорта;
- Обладать антикоррозионными свойствами и противостоять воздействию абразивных и противогололедных материалов;
- Обеспечивать доступность и легкость проверки, простоту обслуживания, ремонта и замены.

Исследования, предпринятые учеными с целью изучения быстрого разрушения покрытия и деформационных швов в больших мостах, выявили некоторые закономерности в процессе разрушения данных элементов мостового полотна. В частности выяснилось, что процесс разрушения начинается с образования трещины на стыке покрытия и деформационного шва. Затем происходит образование выбоин в покрытии в этой зоне, вследствие повышенного динамического воздействия на покрытие и элементы деформационного шва со стороны проходящих транспортных средств. Далее следует закономерное разрушение деформационного шва.

Причиной повышенного динамического воздействия зачастую является разность высот между верхней поверхностью деформационного шва и поверхностью покрытия проезжей части (ступенька). Эта разность высот может возникать вследствие укладки дополнительных слоев дорожной одежды или ошибок при монтаже деформационного шва. В этом случае решить проблему можно, обеспечив качество производимых работ по ремонту дорожной одежды и монтажу деформационных швов. Однако перепад отметок мостового полотна на стыке дорожной одежды и деформационного шва может возникать вследствие образования колеи на покрытии мостового полотна. В этом случае мерами организационного характера обойтись не удастся, поскольку решение вопроса упирается в проблему снижения колееобразования в покрытии мостового полотна.

В настоящее время, интенсивность движения по каждой из полос движения в г. Минске может достигать показателей в

8000...9000 автомобилей в сутки и более, вплоть до десятков тысяч. Результатом таких интенсивностей движения является повышенное динамическое воздействие на деформационные швы и прилегающую дорожную одежду, имеющее циклический характер, повторяющееся десятки тысяч раз в пределах каждой полосы движения каждые сутки. Как следствие, колея в асфальтобетонном покрытии в результате быстрого истирания и продавливания покрытия колесами автомобилей достигает порой большой глубины.

Вполне очевидно, что на данный момент подавляющее большинство попыток уменьшить вероятность образования выбоин в покрытии на стыке с деформационными швами, сосредоточено вокруг вопросов снижения колееобразования в покрытии, особенно в зоне примыкания к деформационному шву.

Следуя в основном этой логике, уже предложено множество технических решений узла примыкания покрытия мостового полотна к деформационному шву. В основном их можно разделить на следующие группы: применение переходных зон; применение бетонных приливов; применение демфирующих полимербетонных приливов (окаймления).

Опыты подтвердили, что при небольших напряжениях и кратковременном нагружении для бетона характерна упругая деформация, подобная деформации пружины. Если напряжение превосходит 0,2 от предела прочности, то наблюдается заметная остаточная (пластическая) деформация и полную деформацию бетона можно представить как сумму упругой и пластической деформации. Остаточные пластические деформации недопустимы для бетона находящегося в приливе деформационного шва.

Основным эксплуатационным воздействием на конструкцию деформационного шва является колесо грузового автомобиля с тормозным усилием. Давление в пневматике колеса 8-10 атмосфер с коэффициентом трения 0,8.

Расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) при температурно-климатических (ТК) и эксплуатационных воздействиях (ЭВ), выполненные с участием специалистов ГП «БелдорНИИ», показали, что напряжения в зоне креплений резинометаллических компенсаторов деформационных швов

составляют до 15-20 МПа, следовательно, с учетом требований изложенных выше для работы бетона 0,2 от конечной прочности бетона получаем  $(15-20) \times 5 = 75-100$  МПа. Бетоны, обладающие такими характеристиками, относятся к высокопрочным. Это не единственные требования к бетону приливов деформационных швов. Конструкция в осенне-весенний период получает значительное количество переходов через 0°C и в этот период всегда дороги обрабатываются противогололедными составами отсюда и появляется еще требование по F 300 (по второму базовому методу). Анализ имеющихся на рынке составов удовлетворяющих этим требованиям показал их очень высокую стоимость (около 3 тысяч долларов США за 1 м<sup>3</sup>). Так появилась необходимость получения отечественных высокопрочных и коррозионностойких бетонов, получаемых на удаленных площадках строительства и ремонта. С 2009 года данные бетоны внедрены на практике (получены В65-75 при F 300\*) на объектах строительства и ремонта в Республике Беларусь. Следует отметить, что независимо от принятой конструкции деформационного шва необходимость применения бетона таких характеристик обязательно для долговечности любой конструкции.

К настоящему времени создано и эксплуатируется на мостовых сооружениях большое количество типов деформационных швов (ДШ). Постоянное стремление к совершенствованию работы ДШ на мостах породило большое многообразие этих конструкций. К тому же, многие ДШ, особенно на больших и внеклассных мостах, разрабатывались индивидуально для каждого мостового сооружения, что влекло за собой трудности дальнейшего анализа их поведения.

В основу работы разных конструкций ДШ были положены различные принципы, разные конструкции ДШ имели свои специфические достоинства и недостатки, области рационального применения. Методики расчета подобных конструкций отсутствовали. Это способствовало развитию ситуации, когда некоторые из устроенных ранее на мостах ДШ показали удовлетворительные результаты работы, другие же - по не вполне ясным причинам, отказывали через 2-3 года эксплуатации. Несмотря на это, анализируя накопленный опыт создания и применения конструкций ДШ, проектировщики остановились на сравнительно небольшом ряде принципиальных решений

ДШ, зарекомендовавших себя как наиболее удачные, от прочих же отказались. В дальнейшем, для этих систем ДШ стали постепенно появляться нормативные требования к проектированию, конструированию и расчету, благодаря чему стало наблюдаться большее сходство в технических характеристиках и поведении ДШ одной системы, пусть даже производства различных фирм.

В настоящее время в практике мостостроения нашли широкое применение конструкции деформационных швов с резинометаллическими компенсаторами (КРМ). Однако, выпускаемые сегодня в нашей республике элементы КРМ, позволяют воспринимать максимальные перемещения  $\pm 37,5$  мм (КРГ-75). Для больших перемещений применяют либо устаревшие и ненадежные в эксплуатации конструкции деформационных швов с металлическим перекрывающим листом либо швы типа МАУРЕР, которые ввозятся из-за границы и стоят дорого (около 2000 евро/1 п.м.).

Специалистами мостового управления государственного предприятия «БелдорНИИ» и Кротовым Р.Г. по зарубежным аналогам была разработана конструкция деформационного шва с резинометаллическим компенсатором КРМ-120 для устройства непрерывной проезжей части длиной более 120 м.

Литература:

1. Строительные материалы. Микульский В.Г. Москва 2007 .
2. Блинков Л.С., Москва Транспортное строительство 2002 год №2
3. Овчинников И.Г. Дороги и мосты.2/2007
4. Рубцова Т.А., Зверинский В.А., Кротов Р.Г., Автомобильные дороги и мосты 1/ 2013

### **Эргономические и экологические требования к аэродромам**

Могилянец Р. И.

Белорусский национальный технический университет  
(руководитель Леонович И.И. - д-р. техн .наук, профессор БНТУ)

Аэродром играет одну из важнейших ролей в системе обеспечения безопасности и регулярности полетов воздушных судов.