

Наук. Думка, 1977.-183 с; 5. Кизиков Э.Д., Лавриненко И.А. Исследование сплавов, используемых в качестве связок для алмазно-абразивного инструмента// Металловедение и термическая обработка металлов, 1975. № 1.- С. 57-62.

УДК 625.855.3

В.В. Гришанов

О ПРОБЛЕМЕ УСТАЛОСТНОГО РАСТРЕСКИВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В СВЯЗИ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ОСЕВЫХ НАГРУЗОК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Асфальтобетон – искусственный материал, получаемый в результате уплотнения специально подобранной смеси щебня, отсева, песка, минерального порошка и битума. В зависимости от назначения асфальтобетон должен отвечать определенным требованиям нормативных документов (ГОСТ, СТБ).

Структура асфальтобетона является одним из решающих факторов, определяющих его качество, и в частности прочность и долговечность. Поэтому должна правильно решаться задача направленного структурообразования асфальтобетона, т.е. создания структуры, отвечающей требованиям достаточно высокого его качества. Данная задача определяет и выбор типа асфальтобетона, и методику проектирования его состава.

Качество асфальтобетона во многом определяется и условиями технологии производства работ: приготовления, транспортирования, укладки и уплотнения асфальтобетонной массы.

Асфальтобетон, как конструктивный элемент дорожной одежды многократно подвергается переменному нагружению. Число нагружений до появления первых признаков его разрушения (в т.ч. появления на поверхности покрытия автомобильной дороги недопустимых деформаций) будет тем больше, чем меньше напряжения в асфальтобетоне, величина которых определяется рядом материаловедческих и эксплуатационных факторов. Исследования проводимые в этом направлении позволяют отнести к ним такие факторы, как режим силового воздействия (паузы между нагрузками, перегрузки, частота нагружения, скорость передвижения транспортных средств и его грузоподъемность); предварительная внутренняя напряженность в покрытии; концентрация напряжения, обусловленная прежде всего формой минеральных заполнителей и остаточной пористостью минерального скелета; размерами минеральных составляющих и состоянием их поверхности; условиям формирования покрытия. Исследование влияния этих факторов на усталость асфальтобетона позволяет оценить усталость асфальтобетона в целом, т.е. дать прогноз о его сроке службы. Практически это можно осуществить при условии оценки напряженно-деформированного состояния в зоне контакта автомобильного колеса и асфальтобетонного покрытия с помощью созданной специальной лабораторной установки. Ее возможности позволяют исследовать напряженно-деформированное состояние в зависимости от всех, указанных выше факторов с измерением величины и знака возникающих напряжений. Было бы неверно подходить к вопросу долговечности (усталости) асфальтобетонных покрытий, судя по какому-то одному признаку: износу, сдвигоустойчивости, трещиностойкости и т.д. Появление любого дефекта обусловлена рядом причин.

Причем одни из них главные, а другие сопутствующие (фоновые), так или иначе влияющие на разрушение покрытия. Основная причина усталости – механические нагрузки от прохода транспорта. Явление усталости проявляется тем быстрее, чем выше интенсивность движения и чем больше осевые нагрузки. Большинство исследователей считает, что усталость отражается на всех видах повреждений асфальтобетонного покрытия.

Под усталостью обычно понимают процесс накопления необратимых преобразований в структуре материала под воздействием повторяющихся нагрузок, приводящих к ее постепенному разрушению.

Усталость в реальном покрытии проявляется в появлении сети трещин, колеи быстро приводящих в последствии к более крупным дефектам, значительно снижающим эксплуатационные качества дороги.

Быстрый выход покрытия из строя выдвигает на первый план необходимость разработки инженерной методики прогнозирования срока службы асфальтобетона с учетом усталости.

Причиной снижения общего модуля упругости конструкции асфальтобетонного покрытия является усталостное растрескивание монолитных слоев, работающих на изгиб.

Теория усталостной прочности обладает несомненными особенностями, отличающими ее от других разделов инженерной механики, которые вытекают из приближенности и недостаточной достоверности существующих представлений о процессах усталостного разрушения. В результате огромное значение приобретают различные полуэмпирические выкладки, а для числовых расчетов вводится ряд поправок, основанных на результатах эксперимента.

При проектировании асфальтобетонных слоев запас прочности материала на повторность воздействия нагрузки должен назначаться в зависимости от интенсивности движения, состава транспортного потока, срока службы и способности данного материала сопротивляться усталостному разрушению.

Известно, что при каждом приложении колесной нагрузки слой монолитного материала, опирающийся на деформируемое основание, изгибается, что влечет за собой растяжение в нижней зоне материала покрытия, в результате чего можно наблюдать растрескивание материала покрытия в виде микротрещин. В результате повторных воздействий колесной нагрузки в материале конструктивного слоя происходит процесс постепенного накопления остаточной деформации, складывающийся из развития микротрещин, их увеличения, образования макротрещин, их распространения и последующего нарушения сплошности слоя, т.е. процесс усталостного разрушения.

На данный момент причины, вследствие которых развиваются различного рода усталостные деформации на асфальтобетонных покрытиях дорог страны, до конца не изучены. Но несомненно то, что на интенсивность усталостного разрушения влияют тяжелые транспортные средства.

В последние годы условия работы дорог существенно изменились. В составе транспортного потока происходит увеличение доли тяжелых многоосных автомобилей, которые ускоряют процесс накопления усталостных деформаций.

В 1992 году в стране насчитывалось 989 тысяч транспортных средств, в 2002 году их численность составила 2639 тысяч единиц (рост в 2,7 раза). Количество грузовых автомобилей грузоподъемностью 15 тонн и более за эти годы увеличилась в 1,2 раза, полуприцепов к седельным тягачам грузоподъемностью 20 тонн и выше почти 2,4 раза [4].

Существенно изменился состав транспортного потока, при этом в общем составе грузового движения опережающими темпами возрастает доля тяжелых и сверхтяжелых грузовиков. По данным учета интенсивности автотранспортных средств в 1993 году доля таких транспортных средств составляла 11,2 %, а в настоящее время она возросла до 41,6 %.

По данным весового контроля за 2002 год 15,3 тысячи грузовиков имели параметры по общей массе свыше 38 тонн или рост к уровню 2001 года на 28 %, 36 тысяч грузовиков допустили превышение по осевым нагрузкам.

Наблюдаются устойчивые тенденции роста количества грузовых автотранспортных средств, следующих по линиям международного сообщения, в том числе иностранных грузовиков. В 2002 году проследовали через таможенную границу 875,4 тыс. грузовиков, в том числе около 70 % зарубежного производства или рост к уровню 2001 года на 10 %. Такая ситуация существенно изменила скорости и режимы движения транспортных потоков.

Основными особенностями развития автотранспортных средств на данном этапе является:

- повышенное давление в шинах (0,8-0,9 МПа), для нормированных транспортных средств группы А – 0,6 МПа;
- близкое расположение осей (1-1,35 м у трехосных тележек и 1,6-2,05 м у двухосных), что приводит к их взаимному влиянию на величину деформации и напряжений;
- уменьшенный диаметр отпечатков колес (0,28-0,30 м вместо 0,37 для группы А).

В связи с этим происходит увеличение уровня напряженного состояния дорожных конструкций и снижение прогнозируемых для автотранспортных средств группы А сроков службы. По разрушающему воздействию проезд одного автопоезда с трехосной тележкой эквивалентен 5-20 проездам транспортных средств группы А, с двухосной тележкой – соответственно 3-5 проездам. В общий процесс накопления деформаций и разрушений покрытий до 60-90 % приходится на долю автопоездов и 10-30 % на долю грузовиков и автобусов.

Перспективы развития автомобилестроения с точки зрения увеличения грузоподъемности транспортных средств должны определяться в тесном взаимодействии с дорожной отраслью республики. В согласовании проектов создания новых ТКТС должны участвовать специалисты в области автомобильных дорог, как это принято в развитых странах, с целью получения рационального распределения нагрузки на ось и определения оптимальной конфигурации транспортного средства. При этом новые ТКТС должны пройти экспериментальную проверку с точки зрения агрессивности их воздействия на дорогу на специальных полигонах.

Автотранспортный комплекс на территории Республики Беларусь активно развивается, разрабатываются новые виды автотранспортных средств, пока сохраняя общий тоннаж автомобиля в пределах 18-38 т по требованиям ГОСТ 9314 с изменением № 1 для стран СНГ до 1993 г., но увеличивая допустимую нагрузку на ось с 10 до 11,5 т. В условиях снижения прочности дорожной одежды в целом, такое повышение допустимой нагрузки приведет к активному нарастанию необратимых силовых деформаций на покрытии в весенний период, а в летний – при высоких температурах покрытия (от 40 до 60 °С) к активному нарастанию сдвиговых деформаций.

Выполненные исследования показали, что при переходе к более высоким осевым нагрузкам 11-12 т, количество перевозимого груза резко возрастает, но это, также вызывает необратимое усталостное разрушение дорог.

Установлено также, что наиболее эффективны, с точки зрения снижения воздействия нагрузок на дорогу, комбинации сдвоенных или строенных осей, средняя нагрузка на которые не превышает 9-9,5 т.

Наиболее интенсивно накопление усталостных деформаций осуществляется при неблагоприятном сочетании двух групп факторов:

а) внешние факторы – воздействие автомобильного транспорта, климатические нагрузки (температура воздуха, солнечная радиация и т.п.), а также условия увлажнения грунта земполотна;

б) внутренние факторы – физико-механические характеристики дорожной конструкции: сдвигустойчивость слоев покрытия, структурное состояние материалов, прочность и степень уплотнения слоев дорожной одежды и земполотна, тип грунта и его свойства.

Структурные разрушения происходят равномерно в течение всего года, а в слоях основания накапливаются главным образом весной, когда прочность дорожной одежды наименьшая.

Конечной целью исследования является получение критерия усталости асфальтобетона. Ближайшей целью исследования является получение предельного числа циклов до разрушения материала покрытия. При этом будут учтены следующие факторы: вид и качество составляющих материалов, тип асфальтобетона, транспортный поток и т.д. Это позволит определить вид усталостной функции и прогнозировать сроки службы асфальтобетонных покрытий в зависимости от предельного числа циклов нагружения с учетом перечисленных факторов.

УДК 621.839.1

В.А. Акимов

СОВМЕСТНОЕ ВРАЩЕНИЕ ДВУХ ПОЛУСФЕР ВОКРУГ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ОСЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В оптической промышленности при шлифовке линз используется притирка за счет вращения двух полусфер [1,2,3]. Раскрыв законы движения одной полусферы относительно другой, можно выбрать оптимальный вариант их взаимного положения, при котором можно прогнозировать износ трущихся поверхностей.

Итак, имеются две полусферы: верхняя и нижняя. Они имеют общий центр. Ось верхней полусферы может поворачиваться, проходя при этом через центр верхней полусферы (рис. 1). Свяжем с верхней полусферой сферическую систему координат. В качестве независимых переменных выбираем углы φ и θ (рис. 1), где $R = const$ - радиус обеих сфер. Первоначально определим угол между произвольной прямой $OM \in \pi A_1$ и плоскостью A . Надо отметить, что все наши действия на первом этапе направлены на то, чтобы определить момент сил сцепления относительно нижней полусферы. Прямую MC будем фиксировать углом θ , отсчитываемым от прямой OO (линия пересечения плоскости A_1 с горизонтальной плоскостью A) (рис. 3). Здесь $MK \perp \pi A$ и $MN \perp OO$ по построению. Тогда $\cos \alpha = \sqrt{\sin^2 \theta \cos^2 \psi + \cos^2 \theta}$. Для определения расстояния от точки M до оси OZ , введем угол θ_1 , связанный с θ соотношением: