

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СДВИГОУСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Макалада асфальт бетондун жылууга туруктуулук параметрлерине таасирин тийгизген ар түрдүү факторлорду анализдөө көрсөтүлгөн.*

*В статье приведен анализ влияния различных факторов на параметры сдвигоустойчивости асфальтобетона.*

*In this article made analysis influence of difference factors on parameters displacement asphalt concrete.*

Основной особенностью асфальтобетона как дорожно-строительного материала является сильная зависимость его прочности и деформативных свойств от температуры. При высокой летней температуре вязкость битума, содержащегося в асфальтобетоне, понижается, связи между минеральными частицами ослабевают, что влечет за собой уменьшение прочности. С изменением показателей прочности изменяется и деформационное поведение асфальтобетона. При повышении температуры пластичность материала значительно повышается. Именно в таком состоянии на асфальтобетонных покрытиях появляются сдвиговые деформации в виде волн, сдвигов и наплывов. Эти деформации особенно часто возникают в местах фиксированных остановок транспортных средств (перекрестки, остановка автобусов и др.) и на транзитных участках дорог в связи с изменением скорости движения.

Основная причина такого поведения покрытия – неправильный выбор для конкретных условий работы типов и видов асфальтобетонов по сдвигоустойчивости, что во многом обусловлено отсутствием надежных критериев для ее прогнозирования. Но даже при оптимальных составах асфальтобетона непрерывный рост интенсивности и повышение нагрузок на ось автомобиля при циклическом воздействии неминуемо приводит к накоплению остаточных деформаций. Эти дефекты являются источником других видов разрушения, так как неравномерное изменение ровности приводит к росту коэффициента динамичности и возникновению дополнительных динамических нагрузок с интенсивностью, зависящей от величины ровности и скорости движения.

Наличие деформаций в виде волн, наплывов, сдвигов на дорожных покрытиях приводит также к ухудшению условий управляемости и устойчивости автомобиля, а также и комфортабельности движения, вследствие чего водители должны снизить скорость движения автомобиля до безопасной в данных дорожных условиях. Многие водители не могут справиться с этой задачей, что приводит к увеличению количества происшествий на неровных дорогах.

В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал по оценке сдвигоустойчивости асфальтобетона, а также влиянию его на параметры сдвига. Однако некоторая условность испытаний и различие условий проведения эксперимента говорят о противоречивости полученных результатов.

Сдвигоустойчивость асфальтобетона зависит от его состава (количества щебня, минерального порошка и битума), количества исходных материалов и структурных связей между составляющими. На показатели сдвигоустойчивости влияет температура и скорость приложения нагрузки. Проанализируем результаты работ по изучению сопротивляемости сдвигу, внутреннего трения и сцепления в зависимости от состава асфальтобетона и условий его испытания.

Во всех работах, посвященных исследованию влияния температуры на сдвигоустойчивость асфальтобетона, исследователи придерживаются единого мнения об уменьшении величины сцепления при увеличении температуры. Однако в оценке влияния температуры на угол внутреннего трения существуют весьма противоречивые данные. С повышением температуры испытания угол внутреннего трения уменьшается.

Наибольший интерес представляют исследования, в которых определялись не только отдельные составляющие сопротивления сдвигу, но и комплексный показатель – предельное сопротивление сдвигу. В одной из первых таких работ А.И.Лысихиной показано, что с увеличением температуры угол внутреннего трения уменьшается, а сцепление вначале увеличивается, потом, пройдя через максимум, уменьшается. Зависимость между предельным сопротивлением сдвигу и температурой имеет максимум /1/.

Влиянию скорости испытания на параметры сдвигоустойчивости посвящены работы ряда исследователей. С уменьшением скорости приложения нагрузки сцепление и угол внутреннего трения понижаются. В работе М.И.Баловневой /2/ показано различное влияние скорости нагружения на асфальтобетоны, отличающиеся своими гранулометрическими составами: с увеличением количества щебня в смеси температура испытания и скорость приложения нагрузки в значительно меньшей степени влияют на сопротивляемость асфальтобетона сдвигу. Падение сдвигоустойчивости и сцепления с

уменьшением скорости деформирования отмечается почти всеми исследователями, изучавшими поведение асфальтобетона при сдвиге во времени.

Увеличение количества щебня (создание каркаса из щебня) в асфальтобетонной смеси влечет за собой увеличение угла внутреннего трения практически при всех режимах испытания. Причем эта закономерность подтверждается при испытаниях одних и тех же смесей различными методами: методом трехосного сжатия и косого среза.

Повысить длительную сдвигоустойчивость асфальтобетона за счет создания каркасной структуры (повышения содержания щебня) впервые было предложено Н.В.Горелышевым /3/. Внутреннее трение и сцепление в каркасном асфальтобетоне практически не зависит от длительности действия нагрузки.

При малой скорости приложения нагрузки (или многократно повторяющихся нагрузках) величина сил сцепления, обусловленная свойствами асфальтовязущего вещества, убывает, и при определенных условиях нагружения в пределе стремится к нулю. Гарантированная длительная сдвигоустойчивость возможна при условии передачи сдвиговых усилий на каркас минерального остова.

Разные оценки параметров сдвигоустойчивости, которые приводятся разными авторами, свидетельствует о сложности и многообразии процесса сдвига. Изменения содержания щебня в асфальтовом бетоне изменяет его структуру и основные физико-механические показатели – прочность, деформируемость, уплотняемость. Поэтому анализ процесса сдвигоустойчивости необходимо производить с определенных теоретических позиций, которые позволяют учесть влияние основных факторов.

На сдвигоустойчивость асфальтобетона оказывает влияние не только количество зерен щебня максимальной фракции, но и размер и форма зерен. Переход от мелкозернистого асфальтобетона к крупнозернистому приводит к повышению общего сопротивления асфальтобетона на 20-30 %. С увеличением размера зерен сцепление падает, так как растет толщина пленки вязущего. Наиболее подробно исследован вопрос о влиянии на сопротивление сдвигу формы минеральных зерен и состояния их поверхности. Асфальтобетон, содержащий зерна щебня кубовидной формы с шероховатой поверхностью, более сдвигоустойчив, чем асфальтобетон с зернами окатанной формы.

Повышение плотности асфальтобетона за счет более плотной упаковки минеральных зерен приводит к увеличению угла внутреннего трения и общей сопротивляемости сдвигу. Однако повышение плотности за счет увеличения количества асфальтовязущего вещества приводит к снижению угла внутреннего трения.

Изменение количества минерального порошка в асфальтобетоне можно осуществить двумя путями: либо изменяя соотношение П/Б (минеральный порошок –

битум), либо при постоянном П/Б. И.А.Рыбьев /4/, подробно изучая влияние количества минерального порошка (при постоянном содержании асфальтовяжущего вещества в смеси, но различных соотношениях), пришел к выводу, что увеличение содержания минерального порошка в составе асфальтовяжущего вещества ведет к повышению сцепления и снижению угла внутреннего трения. Только при определенном соотношении битума и минерального порошка в асфальтовяжущем веществе может быть получена максимальная прочность асфальтобетона.

Внутреннее сцепление в асфальтобетоне обуславливается когезионными свойствами битума. С повышением вязкости битума резко увеличивается прочность асфальтобетона. Однако повышение прочности при отрицательных температурах приводит к снижению деформативности асфальтобетона.

С повышением вязкости уменьшается растяжимость битумом, снижается устойчивость против образования трещин. Одной из характеристик, влияющих на трещиностойкость асфальтобетона, является коэффициент линейного расширения, который с повышением вязкости битума увеличивается /5/.

В связи с полученными результатами возникает сомнение в возможности характеризовать сдвигоустойчивость асфальтовых бетонов только одним показателем – углом внутреннего трения. Кроме того, при оценке влияния одного из факторов, например, вязкости битума необходимо учитывать и влияние смежных факторов – уплотняемости, температуры и т.д.

По данным В.А.Золотарева, угол внутреннего трения асфальтового бетона с увеличением вязкости битума вначале возрастает, потом уменьшается, т.е. эта зависимость имеет максимум. Сопротивление сдвигу с увеличением вязкости уменьшается по плавной кривой /6/.

Таким образом, вопрос о влиянии вязкости битума на сопротивление асфальтового бетона сдвигу нельзя считать окончательно решенным, поскольку данные разных авторов плохо согласуются друг с другом.

Влияние количества битума на сдвигоустойчивость асфальтобетона изучено, в основном, при увеличении его содержания сверх оптимального количества. Увеличение количества битума в асфальтобетоне уменьшает его жесткость, а следовательно, и сдвигоустойчивость. При снижении количества битума увеличивается число «сухих» контактов зерен минерального остова, что предопределяет и увеличение внутреннего трения в таких смесях.

Асфальтовые бетоны являются материалами с коагуляционным типом структуры, в котором пленки органического вяжущего играют решающую роль в обеспечении

прочностных и деформационных характеристик. Увеличение количества вяжущего приводит к увеличению деформируемости асфальтового бетона. При этом модуль упругости и модуль сдвига уменьшаются.

С точки зрения «пленочной» теории это может быть объяснено тем, что при уменьшении содержания битума уменьшается толщина пленки в зонах контакта. При этом уменьшается деформируемость пленки, так как увеличивается модуль упругости. Так как модуль упругости и модуль сдвига связаны линейной зависимостью, то при этом увеличивается и модуль сдвига и соответственно повышается сдвигоустойчивость.

В настоящее время для правильного представления о поведении асфальтобетона в покрытии принято определять зависимость изменения его свойств во времени. Свойства материала, учитывающие фактор времени, обычно называется реологическими.

По мнению авторов, процессы сдвига развиваются во времени. Поэтому становится ясно, что необходимо изучать реологические параметры асфальтобетона при высоких температурах, ибо до настоящего времени они изучены мало.

С практической точки зрения одним из наиболее важных реологических показателей асфальтобетона является модуль упругости. Модуль упругости является одной из важнейших используемых на практике характеристик битумоминеральных материалов, имеющих первостепенное значение при инженерных работах дорожной конструкции. Располагать данными о значениях модуля упругости битумоминеральных материалов необходимо инженеру как для того, чтобы иметь возможность рассчитать всю конструкцию в целом, так и для проведения расчетов с целью установления величин деформаций и напряжений, возникающих в слоях битумоминерального материала при различных условиях работы /7/.

Авторами было установлено, что с увеличением времени действия нагрузки значение модулей упругости асфальтобетона уменьшается, такое же влияние оказывает и увеличение содержания битума в смеси. Очень большое влияние на величину модуля упругости оказывает вязкость битума. Максимальное значение мгновенного и длительного модулей упругости достигается при содержании в асфальтобетоне битума марки БНД 40/60, затем при переходе к битуму марки БНД 90/130 значения модулей снижаются, а в дальнейшем, со снижением вязкости битума, наблюдается обратный эффект – как мгновенный, так и длительный модуль упругости асфальтобетона увеличивается.

В настоящее время особую важность приобретает влияние технологических факторов, таких, как уплотнение и перемешивание, на сдвигоустойчивость асфальтобетона. Анализ работы асфальтобетона в условиях жаркого климата показывает,

что технология устройства сдвигоустойчивых покрытий при высоких температурах представляет особый интерес.

Проведенные ранее работы по уплотнению асфальтобетона Н.В.Горельшевым, В.А.Золотаревым позволили выяснить влияние технологии приготовления и перемешивания асфальтобетона на его свойства. Для регулирования уплотняемости асфальтобетона в зависимости от макроструктуры и температуры испытаний необходимо изучение влияния этих факторов на кинетику уплотнения.

Анализ влияния различных факторов на параметры сдвигоустойчивости асфальтобетона показывает, что практически по всем рассмотренным вопросам существуют противоречивые данные и противоречивые мнения различных исследователей. Это, в первую очередь, связано с многообразием применяемых методов исследования, недостаточной обоснованностью методов и приборов испытания, а также несоответствием принятых методов и схем испытания условиям работы асфальтобетона в покрытии. Следовательно, одной из важных задач при разработке методов повышения сдвигоустойчивости является изыскание методов, в максимальной степени отражающих условия работы асфальтобетона в покрытии и в максимальной степени отражающих структурные особенности асфальтобетона.

### Список литературы

1. Лысихина А.И. Дорожные покрытия и основания с применением битумов и дегтей. – М.: Автотрансиздат, 1962. – 360 с.
2. Баловнева М.И. К вопросу о сопротивлении асфальтобетона сдвигу //Труды СоюздорНИИ, 1967, вып. 11. – С. 127-136.
3. Горельшев Н.В. Рациональная структура асфальтобетона и ее влияние на работоспособность дорожных покрытий //Сб. докладов и сообщений на научно-техническом совещании по строительству автомобильных дорог. СоюздорНИИ. – М.: 1965. – С. 200-222.
4. Рыбьев И.А. Асфальтовые бетоны. – М.: Высшая школа, 1969. – 396 с.
5. Дорожный асфальтобетон / Гезенцев Л.Б., Горельшев Н.В., Богусловский А.М., Королев И.В.; Под ред. Л.Б.Гезенцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.
6. Золотарев В.А. Закономерности деформирования и разрушения битумом как основа улучшения и регулирования их свойств: Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук. – Харьков, 1982.

7. Руденский А.В. Дифференцированные требования к прочности и деформативности асфальтобетона для различных условий применения при строительстве покрытий: Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук. – Томск, 2000.