

УДК 625.8.033.373

Васильев Алексей Юрьевич, студент,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, avashom@yandex.ru
Спиридонова Лариса Витальевна, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, lvspiridonova@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШИПОВАННЫХ ШИН НА ИЗНОС ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены причины возникновения износной колеи. Для изучения процесса износа дорожных покрытий был создан уникальный комплекс для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин, который обеспечил возможность изучения факторов, влияющих на процесс износа дорожного полотна. Рассмотрено влияние шипованных шин на повышение износа дорожного покрытия. Выявлены возможности, благодаря которым можно снизить степень разрушения дорожного покрытия под действием шипованных шин. Приведен динамический расчет влияния шипа на материал дорожного полотна. Сделан вывод о необходимости повышения прочности покрытия.

Ключевые слова: автомобильные дороги; дорожное покрытие; колея; износ; испытательный комплекс; нагрузка; скорость движения; шипованная резина.

Vasilyev Aleksey Yu., student,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, avashom@yandex.ru
Spiridonova Larisa V., Ph. D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, lvspiridonova@yandex.ru

STUDY OF THE EFFECT OF STUDDED TYRES ON THE WEAR OF THE ROAD SURFACE

Abstract. The article deals with the causes of wear gauge. To study the process of wear of road surfaces was created a unique complex for testing road surfaces and tires, which provided the opportunity to study the factors affecting the process of wear of the roadway. The influence of studded tires on the increase of road surface wear is considered. The possibilities due to which it is possible to reduce the degree of destruction of the road surface under the action of studded tires are revealed. The dynamic calculation of the impact of the spike on the roadway material is given. It is concluded that it is necessary to increase the strength of the coating.

Key words: roads; road coating; track; wear and tear; testing facility; load; speed of movement; studded tires.

Актуальность темы

Около 20 лет назад колея, образующаяся в результате износа материала дорожного покрытия колесами автомобилей, не играла заметной роли на автомобильных дорогах нашей страны.

Однако за последние десять лет количество транспортных средств, зарегистрированных в ГИБДД России, увеличилось на 76% и составило 59,7 млн единиц техники. Многократно увеличилась интенсивность дорожного движения и стали широко использоваться шины с металлическими шипами противоскольжения необходимые для обеспечения безопасности дорожного движения в зимний период [1, 2].

Так, если в прошлом веке колея образовывалась исключительно на правых полосах движения за счет пластических деформаций под действием тяжелой нагрузки в летний период, то сегодня основная колея фиксируется на левых скоростных полосах в первую очередь под действием шипованных шин.

Последствия зимнего износа шипованными шинами легковых автомобилей наглядно проявляются на левых полосах движения уже во вторую зиму эксплуатации дорожного покрытия (рис. 1).



Рис. 1. Образец, отобранный из покрытия на МКАД после 1,5 лет эксплуатации

Платой за дополнительную безопасность является повышенный износ дорожных покрытий (достигающий 10 и более мм в год), который приводит к необходимости более частых дорожных работ по восстановлению поперечной ровности дорожных покрытий.

По данным дорожников [2], шипованные шины ускоряют износ асфальта в 4–8 раз. Каждый шип выбивает из 1 км дороги порядка 10 граммов асфальта. Из-за этого в ряде европейских стран – Англии, Франции, Германии, Голландии, Испании, Польше, Чехии и других – эксплуатация шипованной резины запрещена на законодательном уровне.

Для изучения процесса износа дорожных покрытий на полигоне МАДИ создан уникальный комплекс для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин (рис. 2), который обеспечивает возможность изучения факторов, влияющих на процесс износа [3].



*Рис. 2. Универсальный комплекс для испытания дорожных покрытий
и автомобильных шин на полигоне МАДИ*

Так было установлено, что основными факторами, вызывающими износ дорожного покрытия, являются [4]:

- скорость транспортных средств;
- наличие шипованных шин, в том числе масса шипов;
- применение противогололедных реагентов.

Конечно, на 100% износ шипами не устраним. Но снизить его, по крайней мере, в 2 раза – задача вполне выполнимая. Среди основных мер по снижению степени разрушения дорожного покрытия под действием шипованных шин можно выделить:

- снижение скорости. Если скорость невелика (до 60 км/ч), то износ асфальта тоже невелик и не вызывает возражений у дорожников.

Следовательно, в городах при соблюдении правил дорожного движения нет оснований для беспокойства. Иное дело на пригородных трассах, где шипы начинают работать, как наждак. При 90 км/ч износ полотна увеличивается в два раза, при 120 км/ч – в шесть раз. Однако это считается приемлемой платой за безопасность и экологию [3, 4].

Также износ во многом определяется параметрами асфальтобетонных смесей и зависит от их состава, свойств щебня и битума [5, 6].



Рис. 3. Особенности взаимодействия шипа с дорожным покрытием

На рисунке 3 представлены результаты взаимодействия шипа с покрытием, из чего следует, что при нем фиксируется удар, резание и смятие. На представленной схеме (рис. 4) показано взаимодействие шипа с дорожным покрытием. При этом резина представлена в виде деформируемой пружины.

В любом случае при взаимодействии шипа с дорожным покрытием происходит явление удара. В связи с этим следует рассматривать не статическое, а динамическое воздействие шипа на материал покрытия.

После того, как шип начнет «скрываться» в протекторе, он начнет деформировать шину или, соответственно, «пружину».

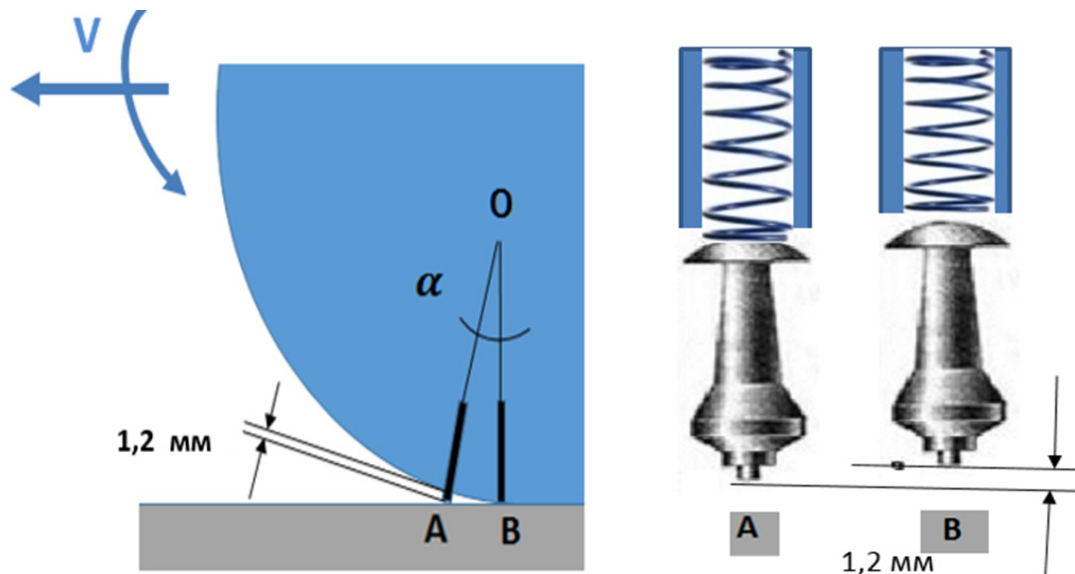


Рис. 4. Схема взаимодействия шипа с дорожным покрытием

В настоящее время принято рассматривать взаимодействие шипа с покрытием как статическую задачу. Но в связи с тем, что здесь проявляется эффект удара, следует эту задачу рассматривать как динамическую.

Когда шип полностью «скроется» в протекторе его кинетическая энергия перейдет в потенциальную энергию сжатой пружины. При этом пружина приобретет свою наибольшую динамическую деформацию δ_d .

При этом при составлении энергетического баланса следует учитывать изменение потенциальной энергии Π на динамической деформации δ_d .

$$\Pi = mg\delta_d.$$

Упругая энергия U сжатой пружины жесткостью C

$$U = \frac{C \cdot \delta_d^2}{2}.$$

По закону сохранения энергии можно записать, что упругая энергия U сжатой пружины равна:

$$E + \Pi = U,$$

тогда:

$$\frac{m \cdot v_{\text{ш}}^2}{2} + mg\delta_d = \frac{C \cdot \delta_d^2}{2},$$

где m и $v_{\text{ш}}$ – масса и скорость шипа.

Это уравнение можно переписать в следующем виде:

$$\delta_{\text{ш}}^2 - 2\frac{mg\delta_{\text{ш}}}{C} - \frac{mv_{\text{ш}}^2}{C} = 0,$$

Рассматривая статическое равновесие упругой системы, отношение силы действия шипа к жесткости пружины равно статической деформации пружины $\delta_{\text{ст}}$. Тогда получаем:

$$\delta_{\text{ш}}^2 - 2\delta_{\text{ст}}\delta_{\text{ш}} - \frac{\delta_{\text{ст}}v_{\text{ш}}^2}{g} = 0.$$

Таким образом, получили квадратное уравнение, из которого динамическая деформация определится как:

$$\delta_d = \delta_{\text{ст}} \pm \sqrt{\delta_{\text{ст}}^2 + \frac{\delta_{\text{ст}}v_{\text{ш}}^2}{g}}.$$

Динамический коэффициент показывает во сколько раз деформация при ударе больше деформации при статическом приложении нагрузки.

$$\delta_d = \delta_{\text{ст}} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{v_{\text{ш}}^2}{g \cdot \delta_{\text{ст}}}} \right).$$

В результате расчетов получено, что динамический коэффициент при взаимодействии шипа с дорожным покрытием составляет 2 и более.

Скорость автомобиля, км/час	36	72	108	144
То же, м/с	10	20	30	40
Динамический коэффициент	2,00	2,03	2,06	2,13

Таким образом, динамическое воздействие шипа на дорожное покрытие необходимо учитывать при разработке дорожного покрытия, прочность которого должна быть увеличена не менее чем в два раза.

Список литературы

1. Аржанухина, С.П. Нормативно-методическое обеспечение развития инновационной деятельности в дорожном хозяйстве / С.П. Аржанухина, А.А. Сухов, А.В. Кочетков // Инновации. – 2011. – № 7. – С. 82–85.
2. Мозговой, В.В. Экспериментальная оценка устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи / В.В. Мозговой, А.Н. Онищенко // Дорожная техника и технологии: каталог-справочник / ООО «Славутич». – СПб., 2010. – С. 114–128.
3. Erkki S. Wear of the road surface when it interacts with studded tires / Suvanto Erkki // Nastaisku ja tien kuluminen Trisologia. – 1991. – № 2. – Pp. 4–46.
4. Испытательный комплекс для исследования физико-механических характеристик дорожных покрытий (варианты): патент на полезную модель RU 96657 / Приходько В.М., Васильев Ю.Э., Юмашев В.М., Кольцов В.И., Борисов Ю.В., Борисов В.М., Борисевич В.Б., Шкатулов И.П., Воейко О.А., Стесин С.П. – 04.03.2010.
5. Васильев, Ю.Э. Взаимодействие шипованных шин с дорожным покрытием / Ю.Э. Васильев, Г.А. Понарин // Строительные материалы. – 2016. – № 12. – С. 60–63.
6. Васильев, Ю.Э. К вопросу обеспечения качества дорожных покрытий / Ю.Э. Васильев, В.М. Приходько // Строительные материалы. – 2011. – № 10. – С. 45.

References

1. Arzhanuhina S.P., Suhov A.A., Kochetkov A.V. *Innovacii*, 2011, no. 7, pp. 82–85.
2. Mozgovej V.V., Onishchenko A.N. *Ehksperimental'naya ocenka ustojchivosti asfal'tobetonno go pokrytiya k obrazovaniyu kolejnosti* (Experimental estimation of stability of asphalt pavement to the formation of a rut), Saint-Petersburg, ООО «Slavutich», 2010, pp. 114–128.
3. Erkki S. Wear of the road surface when it interacts with studded tires, *Nastaisku ja tien kuluminen Trisologia*, 1991, no. 2, pp. 4–46.
4. Prihod'ko V.M., Vasil'ev Yu.Eh., Yumashev V.M., Kol'cov V.I., Borisov Yu.V., Borisov V.M., Borisevich V.B., Shkatulov I.P., Voejko O.A., Stesin S.P. Patent RU 96657, 04.03.2010.
5. Vasil'ev Yu.Eh., Ponarin G.A., *Stroitel'nye materialy*, 2016, no. 12, pp. 60–63.
6. Vasil'ev Yu.Eh., Prihod'ko V.M., *Stroitel'nye materialy*, 2011, no. 10, p. 45.