

1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025.

2023 **1998** **2024**
ДОПОНУМАМИ
И СТОПІНІВКАМИ
МОТОЦИКЛОВО

ПРЕДИСЛОВИЕ

Советский Союз является одним из крупнейших производителей мотоциклов в мире. Ежегодно в нашей стране выпускается около 1,5 миллиона мотоциклов. По своему применению и эксплуатационным качествам мотоцикл наиболее универсальный и Дешевый вид индивидуального транспорта, чем объясняется огромная популярность, которую он завоевал среди самых различных слоев населения.

Применение мотоцикла очень разнообразно. Его используют для туризма и загородных поездок, в лесном и сельском хозяйстве. На мотоциклах, выпускаемых с грузовой коляской, успешно перевозят небольшие грузы. Так как мотоциклы обладают высокой мощностью двигателей, хорошей динамикой и скоростью, надежной ходовой частью, их эксплуатируют на дорогах с самыми различными покрытиями и по бездорожью.

Широкое распространение в нашей стране получил мотоспорт. Специальные мотоциклы выпускают для кросса и многодневных гонок, шоссейно-кольцевых гонок и мотобола.

Эксплуатационные качества мотоциклов в значительной степени зависят от установленных на них шин. В нашей стране выпускают самые разнообразные по назначению, типам и размерам шины для различных классов мотоциклов. Шины определяют устойчивость и управляемость, комфортабельность и безопасность езды, тормозные качества и проходимость, влияют на расход топлива и максимальную скорость. Поэтому совершенно очевидно, что для технически грамотной эксплуатации мотоцикла каждый водитель должен знать, как работают мотоциклетные шины, их конструкцию, правила эксплуатации и хранения, уметь ремонтировать шины — все это в итоге дает возможность добиться максимального пробега шин *a* гарантирует безопасность при эксплуатации.

Особенно важно хорошо знать шины мотоспортсменам, так как правильный подбор шин для спортивного мотоцикла — необходимое условие для успешного выступления на соревнованиях.

Изложенный в книге материал знакомит читателей со многими вопросами одной из важнейших частей мотоцикла — шинами.

Некоторые теоретические положения в книге дополняются формулами. Единицы измерения величин, входящих в формулы, имеют практическое применение и даны в соответствии с ГОСТом 5652—72 «Шины пневматические для мотоциклов, мотоколясок, мотороллеров и мопедов». Учитывая, что в настоящее время в технической и учебной литературе применяется международная система измерения физических величин (СИ), ниже приведены некоторые соотношения между практически применяемыми единицами и единицами системы СИ.

За основные единицы измерения в международной системе единиц (СИ) приняты: длина — метр (м); масса — килограмм (кг); время — секунда (с); температура — градус Кельвина (К). Эти основные единицы дают возможность получить любую производную единицу измерения.

Скорость. Линейная скорость измеряется в метрах в секунду (м/с), а угловая скорость в радианах в секунду (рад/с). В качестве единицы линейной скорости практически применяют километры в час (км/ч). $1 \text{ км/ч} = 0,2778 \text{ м/с}$. В качестве единиц угловой скорости практически применяют оборот в минуту (об/мин), оборот в секунду (об/с). $1 \text{ об/мин} = \pi/30 \text{ рад/с}$, а $1 \text{ об/с} = 2\pi \text{ рад/с}$.

Ускорение. Линейное ускорение измеряется в метрах на секунду в квадрате (м/с²). Угловое ускорение измеряется в радианах на секунду в квадрате (рад/с²).

Сила. $1 \text{ кгс} = 9,80665 \frac{\text{кгм}}{\text{с}^2} = 9,80665 \text{ Н} \approx 9,81 \text{ Н}$. Единица силы в системе СИ — ньютон (Н) — сила, сообщаемая телу с постоянной массой в 1 кг ускорение в 1 м/с².

Давление. Давлением называется сила, действующая на единицу площади. Единица давления в системе СИ — ньютон на квадратный метр. $1 \text{ атм} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 98066,5 \text{ Н/м}^2 (\approx 9,81 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2)$.

Энергия, работа и теплота. В качестве универсальной единицы работы, энергии или тепла в системе СИ принимается джоуль (Дж). $1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9,80665 \text{ Дж} \approx 9,81 \text{ Дж}$, $1 \text{ л. с.} \cdot \text{ч} = 2,65 \cdot 10^6 \text{ Дж}$, $1 \text{ квт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$.

Мощность. Единица мощности в системе СИ — ватт (Вт) — представляет собой работу в 1 Дж, произведенную в 1 с, т. е. $1 \text{ ватт (Вт)} = 1 \text{ Дж/с}$, $1 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} = 9,80655 \text{ Вт} \approx 9,81 \text{ Вт}$, $1 \text{ л. с.} \approx 735,499 \text{ Вт} \approx 735,5 \text{ Вт} = 0,7355 \text{ кВт}$.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МОТОЦИКЛЕТНЫХ ШИНАХ

КОНСТРУКЦИЯ ШИН

Быстрое развитие колесных транспортных средств сопровождалось постоянным совершенствованием применяемых на них шин. Одно из важнейших требований, предъявляемых к шинам, — их хорошие амортизационные качества, т. е. способность снижать динамические нагрузки, возникающие при качении колесного экипажа, на его ходовую часть.

Пневматическая шина была изобретена Данлопом в конце XIX века. Существовавшие до нее массивные и другие типы шин не удовлетворяли требованиям быстро прогрессирующего колесного транспорта.

С тех пор конструкция пневматической шины претерпела много изменений. На рис. 1 показана современная мотоциклетная прямобортная шина на ободе.

Мотоциклетная шина состоит из следующих частей: покрышки, камеры и ободной ленты.

Покрышка — основная часть шины — воспринимает внешние нагрузки (воздействие дороги) и нагрузку от внутреннего давления воздуха. Покрышка (рис. 2) состоит из каркаса, протектора, боковины и борта.

Протектор расположен по беговой части шины и служит для сцепления с дорогой за счет наличия рельефного рисунка с выступами и канавками различной конфигурации, а также для предохранения каркаса от механических повреждений. В зависимости от условий эксплуатации и назначения шин рисунок протектора выполняют с различными по размерам и расположению элементами.

Протекторная резина должна обеспечивать высокую износостойкость, хорошее сцепление с дорожным покрытием и другие качества.

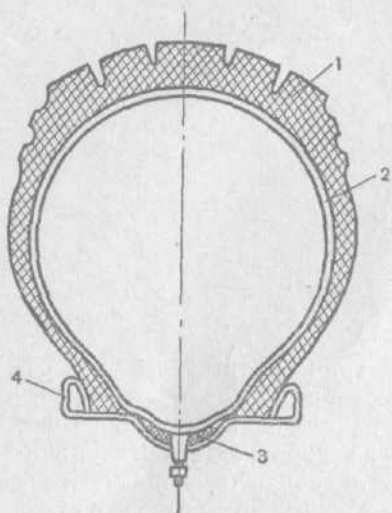


Рис. 1. Мотоциклетная прямо-бортная шина на ободе:
1 — покрышка; 2 — камера; 3 — ободная лента; 4 — обод

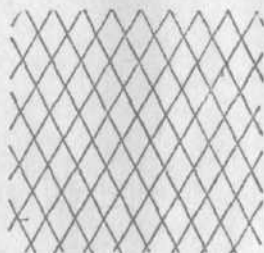


Рис. 3. Схема расположения нитей корда в соседних слоях каркаса

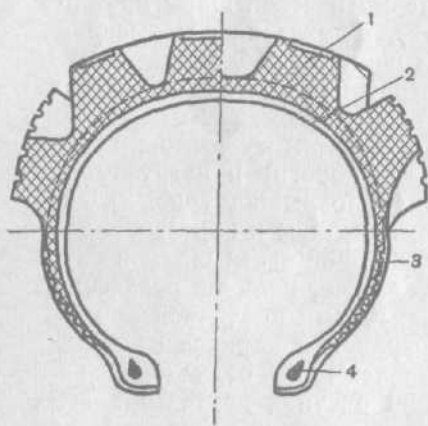


Рис. 2. Основные детали покрышки:
1 — протектор; 2 — каркас; 3 — боковина; 4 — борт

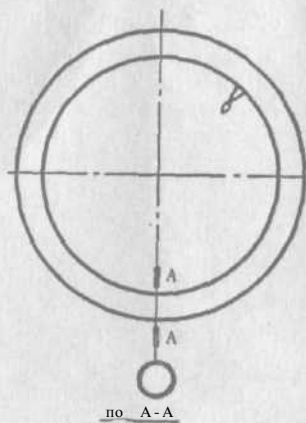


Рис. 4. Мотоциклетная камера.

Продолжением протектора является покровная резина боковины, которая предохраняет каркас от механических повреждений, влаги и прочих внешних воздействий. Толщина покровной резины на боковине 1,5—2,5 мм.

Каркас изготавливают из прорезиненной безуточной ткани — корда. Количество слоев корда в каркасе мотоциклетных шин — два или четыре в зависимости от марки корда, размера шины, нагрузки на нее и других факторов. Нити корда в каждом слое каркаса расположены крест-накрест по отношению к соседнему слою (рис. 3). Промежутки между нитями корда заполнены резиной, чем обеспечивается хорошая эластичность и прочность каркаса.

Борта покрышки представляют собой витые или рядной намотки проволочные кольца, обернутые тканевой лентой и соединенные с каркасом путем заворота его слоев.

Камера (рис. 4) представляет собой тонкостенную замкнутую кольцеобразную резиновую трубку и служит для удержания сжатого воздуха, которым заполняется шина. Толщина стенок камеры 1,5—2 мм. Чтобы избежать образования складок в камере при накачивании, ее наружные размеры (наружный диаметр и периметр поперечного сечения) выполнены несколько меньше внутреннего периметра полости покрышки. Размеры камер соответствуют размерам покрышек, которые ими комплектуются.

Для накачивания и выпуска воздуха камера снабжена вентилями. В мотоциклетных камерах применяются вентиля (рис. 5, а, б, в) трех типов: металлические — типов МК и УК и резинометаллические типа МЛК. Вентилю типов МК и УК не имеют принципиальных отличий. Они крепятся в камере прижимной гайкой и шайбой. При повреждении эти вентиля можно заменить новыми. Вентиль типа МЛК отличается от вентиля типов МК и УК тем, что его крепление в камере осуществляется привулканизацией резиновой пятки. В корпус вентиля всех типов заворачивается золотник (рис. 5, е), работающий как обратный клапан. Для предохранения вентиля и золотника от грязи, влаги и механических повреждений на наружный конец вентиля навинчивается защитный колпачок. При помощи резиновой прокладки колпачок

(рис. 5,д) дополнительно герметизирует камеру. Как одно целое с колпачком выполнен ключ для завинчивания и вывинчивания золотника.

Ободную ленту изготавливают в виде кольцевой ленты прямоугольного сечения толщиной 2 мм. Ширина и дли-

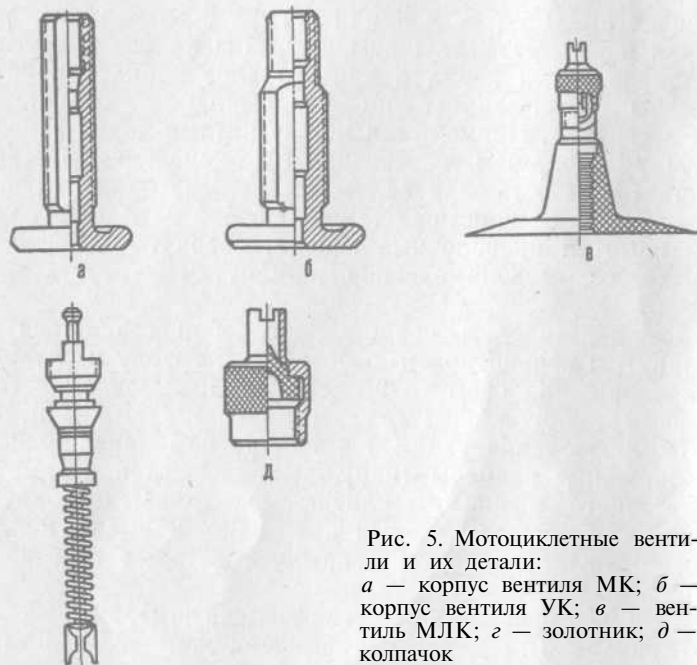


Рис. 5. Мотоциклетные вентили и их детали:
 а — корпус вентиля МК; б — корпус вентиля УК; в — вентиль МЛК; г — золотник; д — колпачок

на окружности ленты зависят от размеров обода. Назначение ободной ленты — предохранять камеру от повреждения спицами колеса и ниппелями.

КЛАССИФИКАЦИЯ ШИН

В зависимости от условий эксплуатации мотоциклетные шины подразделяются на две категории (рис. 6): шины для дорожных мотоциклов, шины для спортивных мотоциклов.

В свою очередь спортивные шины по назначению делятся на два вида*: шины для шоссейно-кольцевых гонок (ШКГ), шины для кросса и многодневных соревнований.

Шины для дорожных мотоциклов эксплуатируются в различных условиях — на дорогах всех классов и по бездорожью. Поэтому рисунок протектора таких шин носит универсальный характер, обеспечивающий хорошее сцепление, износостойкость на дорогах с твердым покрытием и удовлетворительную проходимость по бездорожью.

Шины для ШКГ эксплуатируются на спортивных трассах с покрытием очень высокого качества: асфальт или асфальтобетон. Рисунок протектора таких шин обладает высокой насыщенностью и снабжен продольными канавками и дренажными щелями. Этим обеспечивается надежное сцепление шин с дорогой (как сухой, так и мокрой) и хорошие тормозные качества.

Шины для кросса и многодневных соревнований предназначены для эксплуатации по бездорожью различного вида — песок, грязь, снег и т. п. Для обеспечения хорошей проходимости мотоцикла рисунок протектора таких шин имеет высокие шашки и малую насыщенность.

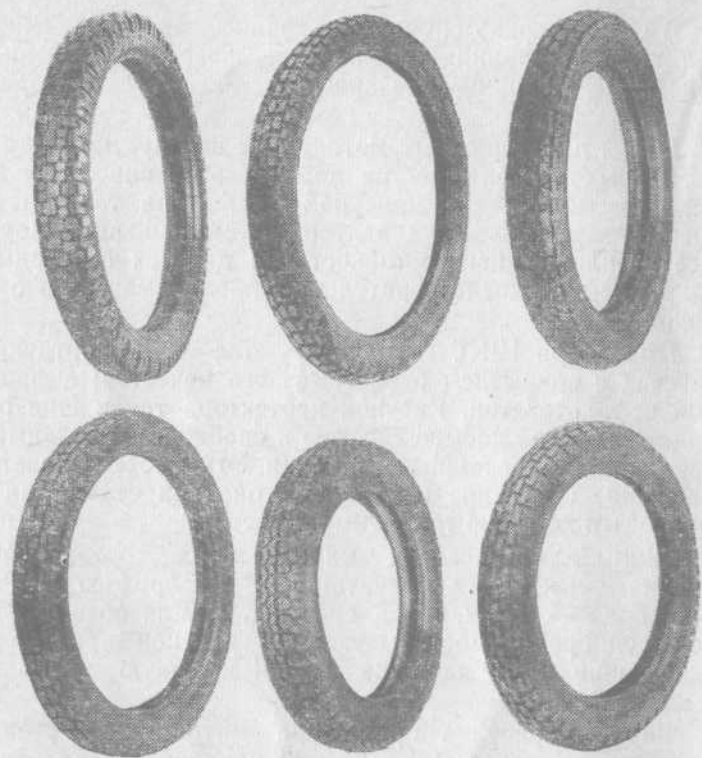
Глубина рисунка протектора мотоциклетных шин различна. У дорожных шин она находится в пределах 7—9 мм, у шин для ШКГ несколько меньшая глубина рисунка 5—6 мм, а у шин для кросса и многодневных соревнований 11—13 мм.

Размер (габариты) шины и ее посадочный диаметр зависят в первую очередь от нагрузки на нее и компоновки мотоцикла.

Каждая покрывка и камера, в зависимости от размера, выпускается с соответствующим обозначением. В настоящее время мотоциклетные шины имеют двойное обозначение — миллиметровое и дюймовое.

Например, на шинах для мотоциклов производства Киевского и Ирбитского мотозаводов стоит размер

* Специальные шины для мотоциклетных гонок по гаревой и ледяной дорожкам в Советском Союзе не выпускаются.



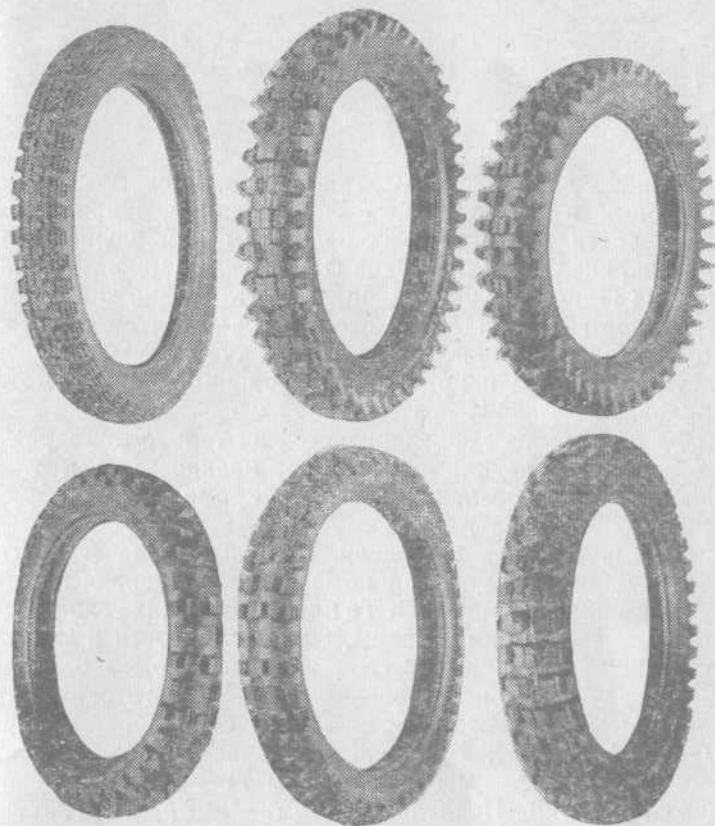
a

Рис. 6. Типы мотоциклетных шин:
a — шины для дорожных мотоциклов; *б* — спортивные шины для кроссовых и многодневных соревнований; *в* — спортивные шины для ЦКГ

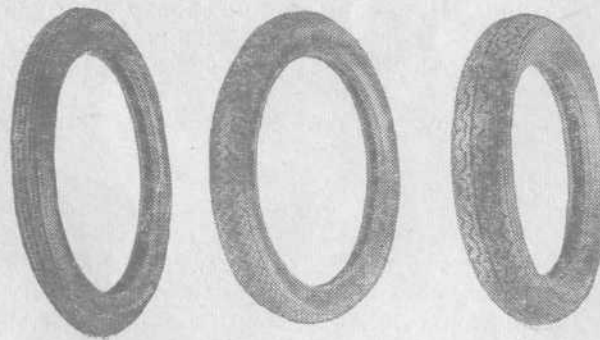
95—484 (3,75—19). Первое число указывает номинальную ширину профиля шины в мм, а второе — посадочный диаметр обода в мм. Размеры, данные в скобках, — это те же величины в дюймах.

Камера, входящая в комплект шины, должна иметь то же обозначение, что и покрывка, т. е. полностью соответствовать ей по размерам.

Следует иметь в виду, что ширина профиля шины — величина конструктивная, характеризующая наибольшую ширину каркаса накачанной шины. Для большин-



б



в

ства мотоциклетных шин ширина беговой дорожки протектора B_6 меньше ширины профиля B , т. е. $B_6/B < 1$

В

Однако для некоторых типов шин, в частности для кроссовых и многодневных соревнований, ширина рабочей части протектора больше, чем наибольшая ширина каркаса. В этом случае фактическая максимальная ширина шины больше величины B , что важно знать конструкторам мотоциклов и спортсменам для оценки возможности установки шины в существующую ходовую часть мотоцикла и при конструировании новых мотоциклов.

Каждая шина характеризуется не только размерами, но и типом рисунка протектора, назначением и т. п. Поэтому при обозначении шины, кроме размера, указывается ее модель.

Кроме размера и модели, на шинах есть и другие обозначения — серийный номер, клеймо завода-изготовителя, наименование ГОСТа или технических условий, по которым выпускаются шины, норма слойности и т. п.

Каждая шина имеет свой серийный номер с указанием времени ее изготовления и завода-изготовителя.

Пример полного обозначения серийного номера: Л IV 71 155 164. Буква Л указывает завод-изготовитель, цифры IV — месяц, а цифры 71 — год изготовления покрышки. Последние шесть цифр — серийный номер.

Мотоциклетные шины выпускают различные шинные заводы страны. Приводим расшифровку их буквенных обозначений: Л — шинный завод Ленинградского производственного объединения «Красный треугольник», О — Омский, В — Воронежский, С — Свердловский, Д — Днепропетровский, Б — Бакинский шинные заводы.

ТИПАЖ ШИН

Нашей мотоциклетной промышленностью выпускается большое количество мотоциклов и мопедов, имеющих различные эксплуатационные характеристики. Главные из этих характеристик — максимальный вес, мощность двигателя и скорость движения — определяют размер

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ШИН ДЛЯ ДОРОЖНЫХ МОТОЦИКЛОВ И МОПЕДОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ЭТИХ ШИН

| Обозначение шины | Модель | Норма слоистости | Максимальная нагрузка на шину и соответствующее ей давление | | Минимальное давление в шине и соответствующая ей нагрузка | | Размеры шин | | Масса** шины (в комплекте с камерой) не более, кг | Максимальная допустимая скорость, км/ч | Шина применяется на мотоцикле | |
|------------------|--------|------------------|---|---------------------------------|---|---------------|--------------------------|------------------------|---|--|-------------------------------|--------------------|
| | | | нагрузка, кгс | давление**, кгс/см ² | давление, кгс/см ² | нагрузка, кгс | наружный диаметр, мм, ±5 | ширина профиля, мм, ±3 | | | класс, см ³ | завод-изготовитель |

Для мотоциклов с коляской

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|---|-----|---------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|----------------------|
| 80—484
(3,25—19) | Л-130 | 4 | 260 | 2,6/3,0 | 1,5 | 140 | 670 | 87 | 5,8/4,8 | 100 | 350 | Ижевский |
| 90—459
(3,50—18) | Л-162
К-74 | 4 | 260 | 2,6/3,0 | 1,5 | 140 | 650 | 95 | 5,9/4,9 | 95 | 350 | Ижевский |
| 95—484
(3,75—19) | И-40 | 4 | 310 | 2,6/3,0 | 1,5 | 165 | 693 | 111 | 7,5/6,0 | 95 | 650 | Ирбитский и Киевский |
| 110—432*
(4,00—17) | Л-164
Л-207 | 4 | 310 | 2,5/2,8 | — | — | — | — | — | — | 650 | Ирбитский и Киевский |

Для мотоциклов без коляски и мопедов

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|---|-----|---------|-----|-----|-----|----|---------|----|-----|---------|
| 65—484
(2,50—19) | Л-129 | 4 | 160 | 2,0/2,3 | 1,5 | 100 | 630 | 68 | 4,5/3,8 | 85 | 125 | Минский |
|---------------------|-------|---|-----|---------|-----|-----|-----|----|---------|----|-----|---------|

| Обозначение
шины | Модель | Норма
слоб-
ности | Максимальная
нагрузка на шину
и соответствующее ей давление | | Минимальное
давление в
шине и соответствующая
нагрузка | | Размеры шин | | Масса**
шины (в
комплекте
с камерой)
не более,
кг | Максимальная до-
пустимая
скорость,
км/ч | Шина применяется
на мотоцикле | |
|----------------------|---------------|-------------------------|---|------------------------------------|---|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|---|----------------------------------|-------------------------|
| | | | нагруз-
ка,
кгс | давление**,
кгс/см ² | давление,
кгс/см ² | нагруз-
ка,
кгс | наруж-
ный
диаметр,
мм, ±5 | ширина
профи-
ля,
мм, ±3 | | | класс,
см ³ | завод-изгото-
витель |
| 80—405
(3,25—16) | Л-133 | 4 | 180 | 2,0/2,3 | 1,3 | 110 | 592 | 90 | 5,3/4,35 | 85 | 175 | Ковровский |
| 80—484
(3,25—19) | Л-130 | 4 | 200 | 2,0/2,4 | 1,5 | 140 | 670 | 87 | 5,8/4,8 | 100 | 350 | Ижевский |
| 90—459
(3,50—18) | Л-162
К-74 | 4 | 200 | 2,0/2,4 | 1,5 | 140 | 650 | 95 | 5,9/4,9 | 95 | 350 | Ижевский |
| 80—459*
(3,00—18) | НЛ-1 | 4 | 180 | 2,3 | — | — | — | — | — | — | 125 | Минский |
| 60—484
(2,25—19) | Л-156 | 2 | 100 | 2,0 | 1,3 | 60 | 610 | 62 | 2,7 | 60 | 50 | Рижский и
Львовский |
| 65—405
(2,50—16) | Л-204 | 2 | 100 | 2,0 | 1,2 | 55 | 540 | 67 | 2,7 | 70 | 50 | Рижский и
Львовский |

* Намечены к серийному производству.

** При дробном обозначении давления и массы шин первое число относится к шинам в четырехслойном исполнении, а второе — к шинам в двухслойном исполнении.

шин, устанавливаемых на мотоциклах. Непрерывно растущие требования к мотоциклам в отношении улучшения таких параметров, как плавность хода, устойчивость, долговечность и т. д. выявили необходимость создания новых шин, отличающихся большей шириной профиля и меньшим посадочным диаметром обода.

В табл. 1 указаны размеры выпускаемых дорожных шин и их применение на мотоциклах различных классов.

В нашей стране эксплуатируется большое количество импортных мотоциклов («Ява», 43 и «Паннония»), на которых установлены шины фирм «Vagum» («Барум») — ЧССР; «Cordatic» («Кордатик») — Венгрия; «Pneumant» («Пневмант») — ГДР. По мере выхода шин из строя их заменяют шинами отечественного производства аналогичных или близких размеров. Так, например, установленные на мотоциклах «Ява» шины размеров 3,00—16, 3,25—16, 3,50—16 фирмы «Vagum», можно заменить отечественными шинами размера 3,25—16 модели Л-133. Шины размеров 3,0—19 и 3,25—19 фирм «Cordatic» (ВНР) и «Pneumant» (ГДР) успешно заменяют шинами размера 3,25—19 модели Л-130. Практика эксплуатации показывает, что отечественные шины по основным параметрам (грузоподъемности, долговечности) не только не уступают, но и во многих случаях превосходят импортные шины аналогичных размеров.

ОБОДЬЯ ДЛЯ ШИН

Существуют различные конструкции ободьев для крепления шин: плоские (разъемные и со съемной закраиной), глубокие, уширенные и т. п. Для мотоциклетных шин применяют только глубокие неразъемные ободья. Их изготавливают в соответствии с ГОСТом 3188—66 «Мотоциклы дорожные, мопеды» (рис. 7).

Обозначение обода такое же, как и шины, двойное — миллиметровое и дюймовое: 47ВХ406 (1,85ВХ16). Первые цифры показывают ширину обода, вторые цифры — поса-

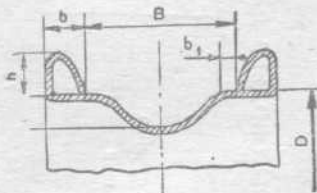


Рис. 7. Обод для мотоциклетных шин

РАЗМЕРЫ ОБОДЬЕВ ДЛЯ ШИН ДОРОЖНЫХ МОТОЦИКЛОВ И МОПЕДОВ

| Обозначение
шины | Обод | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------|
| | обозначение
профиля обода | посадочный
диаметр,
D , мм | ширина | | | высота
бортовой
закрайны,
h , мм | глубина
ручья,
h_1 , мм |
| | | | профиля
обода
B , мм | бортовой
закрайны,
b , мм | посадочной
полки,
b_1 , мм | | |
| 110—432 (4,00—17) | 70C×432 (2,75C×17) | 432 | 70 | 12,5 | 11 | 16 | 14 |
| 95—484 (3,75—19) | 55B×484 (2,15B×19) | 484 | 55 | 10,5 | 7,5 | 14 | 11 |
| 90—459 (3,50—18) | 55B×459 (2,15B×18) | 459 | 55 | 10,5 | 7,5 | 14 | 13 |
| 80—484 (3,25—19) | 47B×484 (1,85B×19) | 484 | 47 | 10,5 | 6 | 14 | 14 |
| 80—405 (3,25—16) | 47B×406 (1,85B×16) | 405,5 | 47 | 10,5 | 6 | 14 | 14 |
| 80—459 (3,00—18) | 47B×459 (1,85B×18) | 459 | 47 | 10,5 | 6 | 14 | 14 |
| 65—405 (2,50—16) | 40E×406 (1,6E×16) | 405,5 | 40 | 9 | 5 | 12 | 10,5 |
| 65—484 (2,50—19) | 40E×484 (1,6E×19) | 484 | 40 | 9 | 5 | 12 | 10,5 |
| 60—484 (2,25—19) | 31D×484 (1,22D×19) | 484 | 31 | 7 | 3 | 9 | 9 |

дочный диаметр, а буква указывает на высоту бортовой закраины.

Ширина обода в значительной степени определяет характеристики шин — грузоподъемность, боковую жесткость, величину площади контакта и т. п. Поэтому мотоциклетные шины следует устанавливать только на те ободья, на которые они спроектированы.

В табл. 2 приведены размеры шин для дорожных мотоциклов и соответствующие им размеры ободьев.

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШИН

Изготовление мотоциклетных шин — это сложный технологический процесс, подразделяющийся на три независимых производства: изготовление покрышек, камер и ободных лент. Основные этапы в производстве шин: приготовление резиновых смесей, выпуск деталей (для покрышек, камер и ободных лент), сборка покрышек, вулканизация (покрышки предварительно формуются).

Применяемые для изготовления шин материалы (кордные ткани, резины и т. п.) очень разнообразны, обладают различными свойствами и используются в зависимости от назначения шин и условий их эксплуатации. Шинные материалы в значительной степени определяют долговечность шин и их стоимость, эксплуатационные качества мотоцикла и т. д.

Корд и другие текстильные материалы. Основным материалом является корд, из которого изготавливают каркас покрышек.

Корд — это безуточная ткань, нити которой (рис. 8) свиты из 2—3 и более тонких нитей-стренг. В свою очередь каждая стренга свита из 1—5 нитей пряжи. Каждая нить пряжи скручена из волокон.

Такая структура нитей придает каркасу, сделанному из корда, высокую работоспособность при вое-

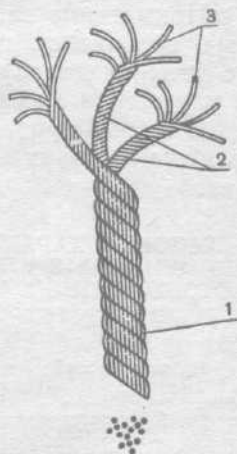


Рис.8. Конструкция
1 - нить; 2- стренга; 3 - пряжа

приятии им значительных динамических нагрузок и знакопеременных деформаций. Для производства шин в настоящее время применяют два типа кордов — синтетический (вискозный) и полиамидный (капроновый).

Вискозный корд пришел на смену ранее применявшемуся хлопчатобумажному. По сравнению с хлопчатобумажным вискозный корд обладает большей прочностью при меньшей толщине нитей и в то же время имеет меньшую стоимость. Однако он очень гигроскопичен, причем увеличение влажности значительно снижает его прочность.

Вискозный корд применяется в шинах для дорожных мотоциклов.

Спортивные шины, работающие в более жестких условиях, чем дорожные — при очень высоких скоростях движения, значительных динамических нагрузках, больших деформациях и т. п., изготавливают из капронового корда.

Капроновый корд обладает большей, чем вискозный, разрывной и усталостной прочностью, малым весом, большими удлинениями. Поэтому шины из капронового корда легче, прочнее, лучше сопротивляются воздействию сосредоточенных и динамических нагрузок (т. е. меньше подвержены пробоям и разрывам).

Применение капронового корда в шинах для дорожных мотоциклов позволяет снизить слойность каркаса (с четырех до двух) при сохранении запаса прочности и улучшении эксплуатационных характеристик шин.

В табл. 3 приведены некоторые характеристики кордных тканей, применяемых в дорожных и спортивных шинах.

Таблица 3

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРДНЫХ ТКАНЕЙ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
МОТОЦИКЛЕТНЫХ ШИН

| Назначение шин | Марка корда | Разрывная нагрузка, кгс, не менее | Толщина нити, мм | Удлинение при разрыве, | Масса 1 м ² , кг |
|----------------------|---------------|-----------------------------------|------------------|------------------------|-----------------------------|
| Дорожные мотоциклы | Вискоза 152 В | 15,0 | 0,67 | 14 | 0,359 |
| Дорожные мотоциклы | Капрон 232 КТ | 23,0 | 0,7 | 30 | 0,338 |
| Спортивные мотоциклы | Капрон 0,40 К | 7,0 | 0,4 | 26 | 0,240 |

Кроме корда при изготовлении шин для улучшения монолитности бортовых колец применяют (для их обертки) хлопчатобумажную ткань квадратного плетения — бязь.

Шинные резины. Резину получают при смешении и последующей вулканизации (нагрев до 150—160° С) различных компонентов, основными из которых являются: каучук, сажа, сера.

Разнообразием характера работы, выполняемой различными частями и деталями шины, вызвано применение при производстве шин резин с различным качественным и количественным содержанием компонентов и, следовательно, с разными физико-механическими свойствами.

Резины, применяемые в производстве шин, подразделяются по назначению на следующие основные группы: протекторные, каркасные, бортовые и камерные.

Условиями работы шин определяются основные требования к протекторным резинам: высокая сопротивляемость абразивному износу, образованию и разрастанию трещин, порезам, сопротивление старению и термостойкость, т. е. сохранение физико-механических свойств при длительном (в процессе всего срока эксплуатации) воздействии солнечных лучей, озона и кислорода воздуха, а также при повышении температуры в результате длительного движения, особенно при высоких скоростях.

Учитывая, что подавляющее большинство мотоциклетных шин выходит из строя из-за износа рисунка протектора, износостойкость является главным требованием, предъявляемым к протекторной резине.

В первую очередь это относится к шинам для дорожных мотоциклов и спортивных, предназначенных для ШКГ.

Исходя из этого, протектор дорожных шин и шин для ШКГ изготавливают на основе комбинации синтетических каучуков (СК) — стереорегулярного полибутадиенового (СКД) и бутадиенметилстирольного (БСК) с большим наполнением активной сажой ПМ-100.

Резина на основе указанных компонентов обеспечивает высокую износостойкость протектора, однако обладает большой жесткостью.

Таблица 4

РЕЗИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШИН

| Назначение шин | Назначение резин | | | |
|---|------------------|-----------------------|-----------|------------------|
| | протектор | каркас | камера | ободная лента |
| Дорожные | БСК+СКД | СКМС-30 АРКМ-15 СКИ-3 | БСК+СКИ-3 | БСК + регенерат |
| Спортивные для ШКХ | БСК+СКД | НК +СКИ-3 | НК | БСК 4- регенерат |
| Спортивные для кросса и многодневных соревнований | НК+СКД | НК +СКИ-3 | НК | БСК + регенерат |

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИН,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШИН

| Наименование
испытаний | Шоссейно-
кольцевые | | Кроссовые | | Дорожные | |
|---|------------------------|--------|---------------|-------------|---------------|-----------|
| | по-
крышки | камеры | по-
крышки | каме-
ры | по-
крышки | камеры |
| Прочность не менее,
кгс/см ² | 140 | 160 | 150 | 160 | 120—130 | 130 |
| Относительное удли-
нение не менее, % | 450 | 600 | 450 | 600 | 450 | 550 |
| Остаточное удлинение
не более, % | 45 | 45 | 45 | 45 | — | 45 |
| Твердость по Шору | 55—65 | — | 55—65 | — | 55—65 | — |
| Истирание не более,
см ³ /кВт·ч | 350 | — | 350 | — | 450 | — |
| Сопротивление разди-
ру не менее, кгс/см ² | — | 40 | — | 40 | — | 40 |
| Предел прочности при
разрыве стыка каме-
ры не менее, кгс/см ² | — | 80 | — | 80 | — | 65 |

Элементы рисунка протектора спортивных шин, предназначенные для кросса и многодневных соревнований, имеют довольно большую высоту и при эксплуатации подвергаются значительным деформациям. Поэтому применение в протекторе таких шин резин с большой жесткостью приводит к образованию трещин и скалыванию элементов рисунка.

В связи с этим протектор шин для кросса и многодневных соревнований изготавливают на основе комбинации натурального каучука (НК) с добавлением синтетического каучука типа СКД, поскольку резина на такой основе обладает высокой эластичностью, прочностью, стойкостью к многократным деформациям, износостойкостью и т. п.

Каркасные резины, изолирующие нити корда друг от друга, должны обеспечивать хорошую прочность связи между элементами покрышки, обладать высокой усталостной выносливостью при многократных деформациях, малой жесткостью и высоким сопротивлением тепловому старению. Каркасные резины для мотоциклетных шин изготавливают с применением НК, БСК и полиизопренового (СКИ-3) каучуков.

Камерные резины для мотоциклетных шин должны, обладать воздухонепроницаемостью, хорошей сопротивляемостью разрыву, теплостойкостью и незначительными остаточными деформациями при удлинении. Их изготавливают из НК.

Резину для ободных лент делают на основе СК с большим наполнением регенерата.

В табл. 4 приведены типы резин, применяемых для изготовления шин, а в табл. 5 — основные физико-механические показатели резин.

Бортовая проволока. Бортовые кольца покрышек изготавливают из стальной проволоки диаметром 1 мм и сопротивлением разрыву — 180—200 кгс/мм². Бортовая проволока для лучшей связи с резиной латунируется.

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ШИНАХ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Шины, у которых нити корда соседних слоев каркаса перекрещиваются, принято называть шинами стандартной или диагональной конструкции.

В настоящее время большое распространение получили автомобильные шины типа Р (радиальные). Принципиальное их отличие от шин стандартной конструкции в меридиональном расположении нитей корда в слоях каркаса, причем нити корда в соседних слоях расположены параллельно. Каркас шин типа Р опоясан практически нерастяжимым брекером. При качении такой шины проскальзывание элементов протектора относительно дороги значительно меньше, чем у шин стандартной конструкции, и, значит, меньше износ протектора.

Разновидностью шин типа Р являются шины РС (радиальные, со съемным протектором). Нерастяжимый брекер изготавливают из металлокорда, который служит основой съемного протектора. Крепится съемный про-

тектор на каркасе шины за счет натяга при накачивании шины.

На Ленинградском шинном заводе были проведены работы по созданию мотоциклетных шин типов Р и РС (рис. 9). Испытания шин этих типов на дорожных мотоциклах подтвердили их более высокую износостойкость.

Однако шины типов Р и РС обладают такими существенными недостатками, как довольно низкая боковая жесткость (более подробно будет рассмотрено ниже) и недостаточная прочность боковины покрышки.

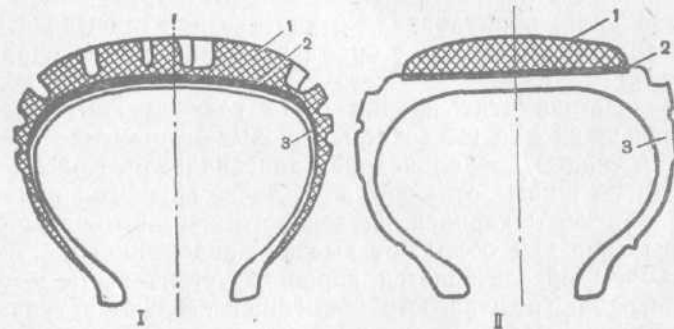


Рис. 9. Мотоциклетные шины:

1 — шина типа Р (размер 4,00—19 модель Л-195), 1 — протектор, 2 — брекер (пояс), 3 — каркас; // — шина типа РС (размер 4,00—17), 1 — протекторное кольцо (съемное), 2 — металлокорд (основа протекторного кольца), 3 — каркас

Учитывая, что мотоциклетные шины эксплуатируются в самых различных, подчас очень сложных дорожных условиях, вероятность повреждения боковины у шин типов Р и РС больше, чем у шин стандартных конструкций. Это подтвердилось при проведении испытаний опытной партии шин типа Р размера 4,00—49 модели Л-195.

Поэтому применять шины типов Р и РС на мотоциклах целесообразно только при их эксплуатации на дорогах с усовершенствованным покрытием. Наиболее перспективно использовать такие шины на спортивных мотоциклах, предназначенных для ШКГ.

В первую очередь это относится к мотоциклам с коляской. Испытания шин типа Р во время ШКГ показали их преимущества (в части износостойкости и сцеп-

ления с дорогой) и выявили основной недостаток — низкую поперечную жесткость.

Однако для производства шин типа Р и тем более РС нельзя использовать технологическое оборудование, применяющееся для изготовления шин обычной конструкции. Сборка опытных шин типов Р и РС производилась с помощью примитивных приспособлений. Такой способ изготовления шин связан с большой трудоемкостью, что в серийном производстве не может не отразиться на их качестве. В то же время, учитывая сравнительно небольшую потребность в шинах для шоссейно-кольцевых мотоциклов с колясками (300—500 шт. в год), создание специального оборудования и участка для производства шин типа Р в настоящее время экономически не оправдано.

Вследствие этих причин была создана комбинированная шина для шоссейно-кольцевых мотоциклов с коляской типа ОД — опоясанная диагональная. Конструкция такой шины отличается наличием диагонального (стандартного) каркаса, опоясанного жестким брекером. Шины типа ОД обладают высокой поперечной жесткостью, чем обеспечивается хорошая устойчивость мотоцикла, однако по износостойкости они несколько уступают шинам типа Р. Изготовление шин типа ОД возможно при серийном оборудовании.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ РАБОТЫ ШИН

КОНТАКТ ШИНЫ С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Нагруженная внутренним давлением шина представляет собой упругую оболочку, способную воспринимать внешние нагрузки.

При нагружении радиальной силой Q шина деформируется, причем в зоне деформации несколько увеличивается ширина профиля B и уменьшается высота профиля Y .

$$f = R_o - R_c$$

где R_o — наружный радиус шины, нагруженной внутренним давлением p ;

R_c — расстояние от ОСи шины до опорной поверхно-

сти (называется статическим радиусом шины);

f — радиальная деформация шины (прогиб).

Под действием радиальной нагрузки шина входит в контакт с опорной поверхностью.

Контакт имеет эллипсообразную форму (рис. 10). Площадь контакта, подсчитанная по наружным очертаниям, называется полной площадью контакта (отпечатка). Однако благодаря наличию рисунка протектора фактический контакт шины с опорной поверхностью осуществляется элементами рисунка. Площадь фактического контакта меньше полной площади отпечатка.

Отношение величин этих площадей называется насыщенностью рисунка протектора:

$$\eta = \frac{S_B}{S_n} \cdot 100\%,$$

где η — насыщенность рисунка протектора, %;

S_B — площадь контакта выступов (фактический контакт);

S_n — полная площадь отпечатка.

На рис. 11 даны отпечатки дорожной шины размера 80—484 (3,25—19) модели Л-130, шины для ШКГ размера 75—484 (3,00—19) модели Л-170 и шины для кросса и многодневных соревнований размера 90—484 (3,50—19) модели Л-175.

Отношение радиальной нагрузки на шину к полной площади отпечатка называется средним удельным давлением:

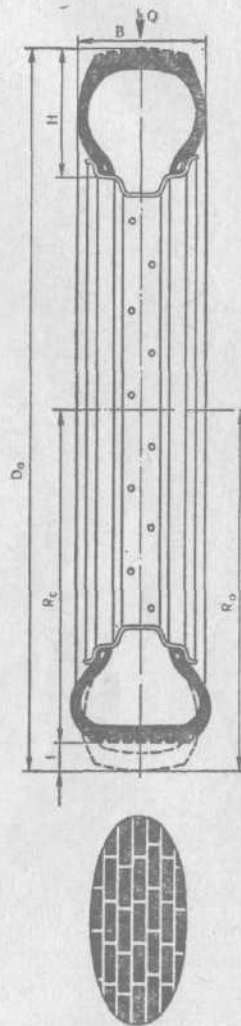


Рис. 10. Деформация шины под действием радиальной нагрузки

$$q_{cp} = \frac{Q}{S_{п}},$$

где q_{cp} — среднее удельное давление, $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$;
 Q — радиальная нагрузка, кгс;
 $S_{п}$ — полная площадь контакта, см^2 .

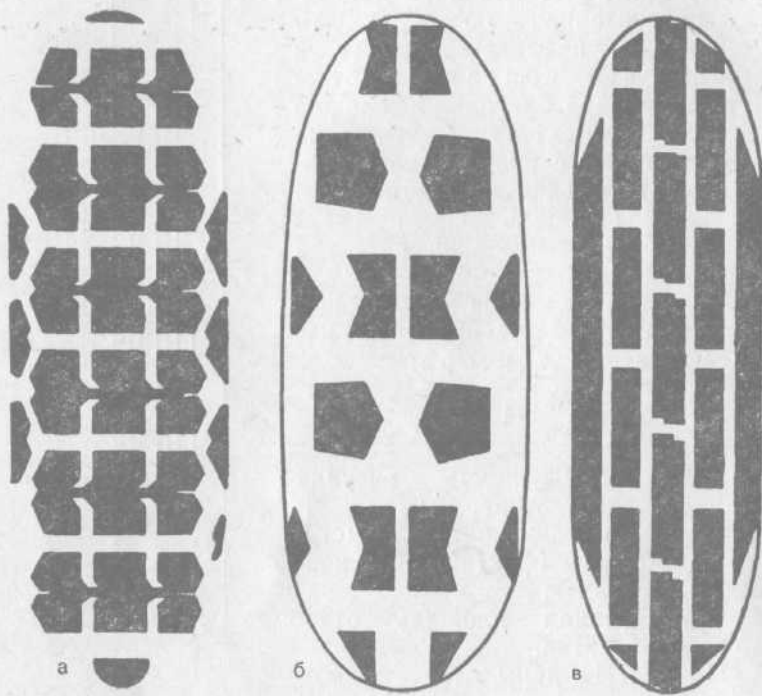


Рис. 11. Отпечатки шин различных типов:
 а — дорожная шина; б — шина для кросса и многотневных соревнований; в — шина для ШКГ (переднее колесо)

Фактическое среднее удельное давление характеризуется отношением радиальной нагрузки Q к фактической площади контакта S_B :

$$q' = \frac{Q}{S_B}.$$

Величина q' в значительной степени определяет долговечность шины с точки зрения износостойкости протектора.

Наиболее благоприятным условием для шины было бы равномерное распределение удельных давлений по всей площади контакта. Однако исследования показали, что удельные давления распределяются в площади контакта неравномерно (рис. 12). Наиболее высокие удельные давления в центре контакта, наименьшие, — на периферии.

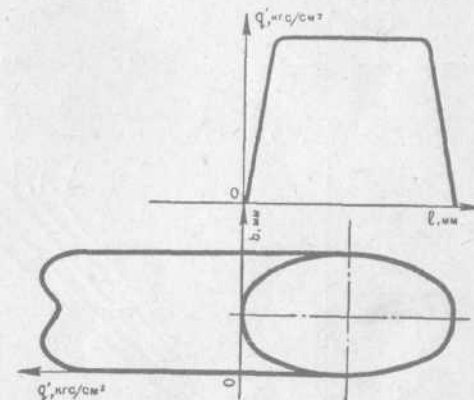


Рис. 12. Эпюры распределения удельных давлений по осям контакта (эллипса)

При увеличении внутреннего давления в шине удельное давление в центре контакта увеличивается, а при уменьшении давления зона наиболее высоких удельных давлений удаляется от центра контакта.

ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШИНЫ

Радиальная жесткость. При эксплуатации шина постоянно находится под действием радиальной нагрузки, причем для каждого размера шин существует максимально допустимая величина этой нагрузки. Под действием радиальной нагрузки шина деформируется. Величина деформации (прогиб) зависит от внутреннего давления, конструкции шины и материалов, из которых она изготовлена, т. е. от радиальной жесткости шины.

Зависимость прогиба от величины радиальной нагрузки из шину при постоянном внутреннем давлении

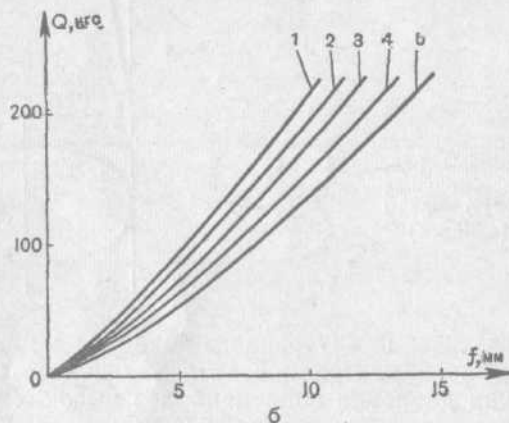
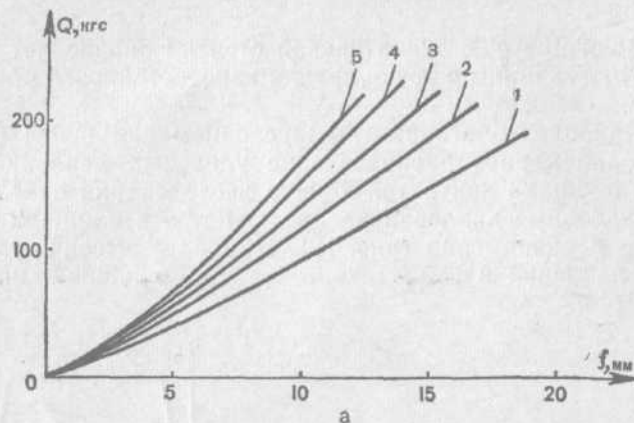


Рис. 13. Нагрузочные характеристики шин:
 а — шина размера 80—405 (3,25—16) модели Л-133; (1 — $p=1,5$ кгс/см²; 2 — $p=2,0$ кгс/см²; 3 — $p=2,5$ кгс/см²; 4 — $p=3,0$ кгс/см²; 5 — $p=3,5$ кгс/см²);
 б — шина размера 100—459 (3,75—18) модели Л-230; (1 — $p=1,6$ кгс/см²; 2 — $p=1,4$ кгс/см²; 3 — $p=1,2$ кгс/см²; 4 — $p=1,0$ кгс/см²; 5 — $p=0,8$ кгс/см²);

называется нагрузочной характеристикой шины. На рис. 13 приведены нагрузочные характеристики мотоциклетных шин при различных значениях внутреннего давления.

Из графиков видно, что существует некоторая нелинейность изменения величины прогиба от нагрузки, особенно в начале кривой. Для правильного выбора ре-

жима Эксплуатации шины большое значение имеет точность снятия нагрузочной характеристики. В эксплуатации величина прогиба в значительной степени определяет работоспособность и долговечность шины. При нормальной эксплуатации для шин определен некоторый оптимальный прогиб. Величина оптимального прогиба для шин диагональной конструкции находится в пределах 10—20% от высоты профиля шины и в каждом отдельном случае уточняется при проведении целого комплекса стендовых и дорожных испытаний.

Окружная жесткость. При трогании мотоцикла с места, а также при торможении, шины ведущего и тормозных колес подвержены воздействию крутящего или тормозного момента.

При действии на неподвижную шину, нагруженную вертикальной силой Q , крутящего момента $M_{кр}$ (рис. 14), шина, являясь упругим элементом, закручивается относительно обода на некоторый угол ϕ .

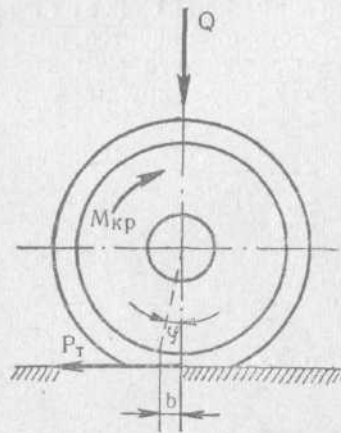


Рис. 14. Действие крутящего момента на неподвижную шину

При этом в контакте возникают касательные силы. Распределение касательных сил несимметрично относительно поперечной оси контакта. В передней части контакта касательные силы больше по величине, чем в задней части.

Равнодействующая касательных сил равна по величине тяговой силе P_m .

По мере увеличения крутящего момента $M_{кр}$ возрастают касательные силы.

В начале нагружения шины крутящим моментом увеличение момента $M_{кр}$ пропорционально увеличению угла закручивания ϕ .

При дальнейшем увеличении крутящего момента вследствие увеличения касательных сил начинается частичное проскальзывание элементов протектора относительно опорной поверхности.

Когда крутящий момент достигает некоторого критического значения, тяговая сила P_m становится больше силы сцепления шины с опорной поверхностью. Наступает полное проскальзывание в зоне контакта.

Способность шины сопротивляться закручиванию при действии крутящего момента называется окружной (тангенциальной) жесткостью шины. Окружная жесткость оценивается коэффициентом C , равным отношению крутящего момента к соответствующему этому моменту углу закручивания:

$$C = \frac{M_{кр}}{\varphi} \quad \frac{\text{кгм}}{\text{град}},$$

где C — коэффициент окружной жесткости.

Этот коэффициент может также оцениваться отношением тяговой силы P_m к величине перемещения центра контакта в направлении действия силы:

$$C = \frac{2\pi P_T R_n R_c}{3,6 \cdot b \cdot 10^6} \quad \frac{\text{кгм}}{\text{град}},$$

где P_T — тяговая сила, кгс;
 b — перемещение центра контакта, мм;
 R_n — наружный радиус недеформированной шины, мм;
 R_c — статический радиус.

Испытания, проведенные на Ленинградском шинном заводе, показали, что величина коэффициента окружной жесткости несколько увеличивается при повышении давления в шине и практически не зависит от радиальной нагрузки.

На рис. 15 даны кривые окружной жесткости шин различной конструкции.

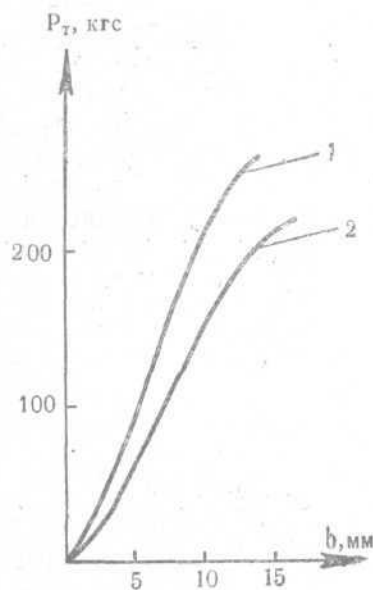


Рис. 15. Кривые окружной жесткости шин:

1 — шина диагональной конструкции; 2 — шина типа Р

Окружная жесткость шин типов Р и РС несколько ниже, чем у шин обычных конструкций.

Более низкая окружная жесткость шин типов Р и РС благоприятно сказывается на работе трансмиссии мотоцикла, так как позволяет более плавно трогаться с места. Кроме того, у шин с пониженной окружной жесткостью менее интенсивно происходит увеличение касательных сил в контакте при увеличении крутящего момента.

В связи с этим проскальзывание элементов рисунка протектора в контакте уменьшается, а следовательно, уменьшается износ протектора.

Боковая жесткость. Одна из важных характеристик шины — ее способность деформироваться под действием боковой силы.

Боковая сила P_b , действующая вдоль оси неподвижного колеса, нагруженного вертикальной силой Q , вызывает смещение средней плоскости колеса относительно центра площади контакта на некоторое расстояние a (рис. 16). При этом площадь контакта, оставаясь симметричной относительно оси колеса, несколько изменяет свою форму. Касательные силы, действующие в контакте, также симметричны по отношению к оси колеса.

Увеличение боковой силы P_b вызывает увеличение осевого смещения a , причем вначале эта зависимость имеет линейный характер. Одновременно с боковой нагрузкой увеличиваются и касательные силы. При некотором значении боковой силы в контакте возникает проскальзывание шины, которое постепенно увеличивается. Полное проскальзывание начинается, когда боковая сила становится больше силы бокового сцепления.

Способность шины сопротивляться воздействию боковой нагрузки называется боковой жесткостью шины. Боковая жесткость оценивается коэффициентом

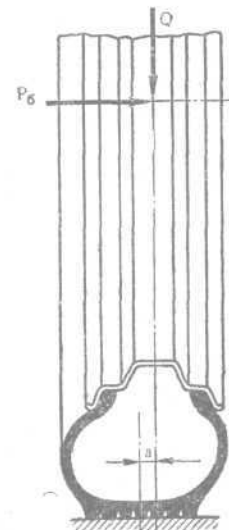


Рис. 16. Действие боковой нагрузки на шину

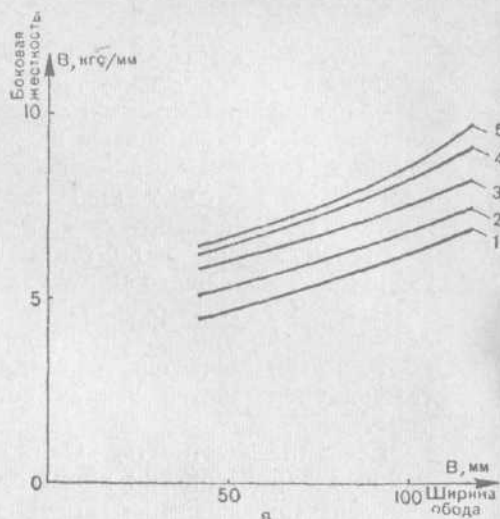
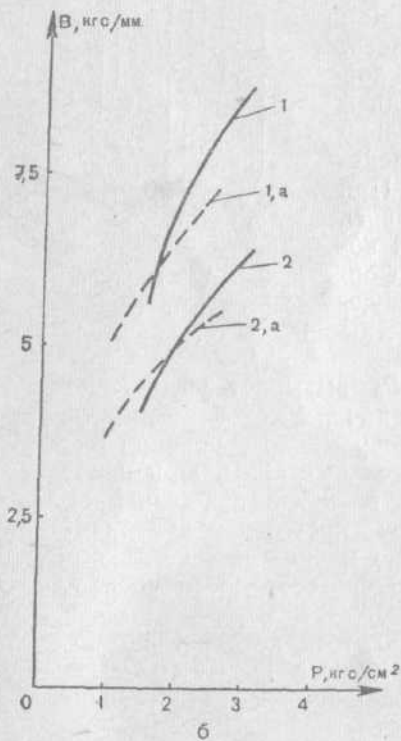
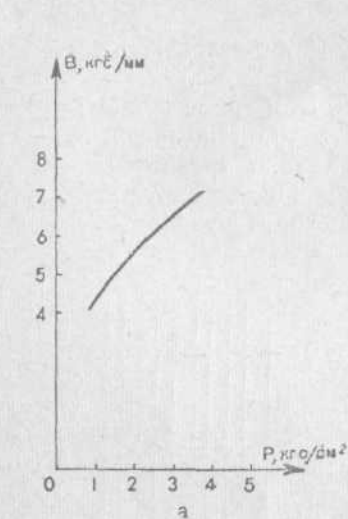


Рис. 17. Графики зависимости боковой жесткости шин:

a — шина размера 80—405 (3,25—16) модели Л-133, зависимость боковой жесткости от внутреннего давления ($Q=200$ кгс, ширина обода 55 мм);

б — шина размера 95—484 (3,75—19) модели И-40, зависимость боковой жесткости от слоистости каркаса ($Q=310$ кгс, 1 — четырехслойная шина, 1,а — двухслойная шина; $Q=200$ кгс, 2 — четырехслойная шина, 2,а — двухслойная шина);

в — шина размера 80—405 (3,25—16) модели Л-133, зависимость боковой жесткости от ширины обода ($Q=200$ кгс; 1— $p=1,5$ кгс/см²; 2— $p=2,0$ кгс/см²; 3 — $p=2,5$ кгс/см²; 4 — $p=3,0$ кгс/см²; 5 — $p=3,5$ кгс/см²)

том B , равным отношению боковой силы P_6 к осевому смещению a :

$$B = P_6 / a \text{ кгс/мм}$$

Боковая жесткость — важная характеристика шины, существенно влияющая на ее эксплуатационные качества. Боковая жесткость в значительной степени определяет устойчивость и управляемость мотоциклом, особенно при изменении направления движения.

Низкая боковая жесткость повышает чувствительность шины к воздействию боковых сил, т. е. даже незначительная по величине боковая сила вызывает ощущаемое водителем осевое (в направлении действия боковой силы) смещение плоскости колеса, а следовательно, всего мотоцикла относительно контакта шин с дорогой. Так как шина — упругий элемент, перемещения мотоцикла в поперечном направлении имеют знакопеременное направление. Возникают поперечные колебания мотоцикла, которые вызывают у водителя неуверенность при управлении, появляется ощущение, что шины «не держат дорогу».

Особенно заметно ухудшается устойчивость и управляемость при эксплуатации мотоцикла на шинах типов Р и РС, так как их боковая жесткость на 30—50% ниже, чем у шин обычной конструкции.

Исследования показали, что боковая жесткость шин зависит от их конструкции, величины внутреннего давления в шине, радиальной нагрузки, ширины обода и т. д.

На рис. 17 приведены графики боковой жесткости шин в зависимости от величины внутреннего давления, слоистости каркаса и ширины обода.

Угловая жесткость. При приложении к неподвижному колесу, нагруженному вертикальной силой Q , момента M_p , действующего в плоскости, перпендикулярной оси рулевой колонки мотоцикла, шина деформируется. При этом плоскость колеса поворачивается на некоторый угол γ по отношению к первоначальному положению (рис. 18).

Под действием момента в контакте возникают касательные силы. Эти силы в задней части контакта имеют несколько большую величину и направлены противоположно силам в передней части контакта.

Равнодействующие касательных сил создают момент

сопротивления M_c , препятствующий деформации шины. По мере увеличения приложенного к колесу момента M_p растут касательные силы, причем вначале деформация шины пропорциональна величине момента. При некотором значении момента равнодействующие касательных сил становятся больше сил сцепления, что приводит к частичному проскальзыванию элементов рисунка в зоне контакта.

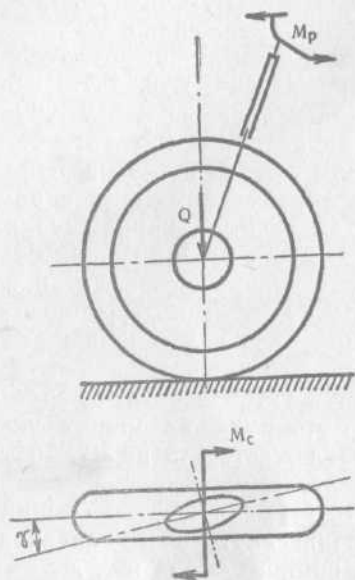


Рис. 18. Действие угловой нагрузки на шину

В первую очередь начинают проскальзывать элементы, расположенные в зоне наибольших касательных сил. В связи с этим происходит некоторое искажение формы контакта, а большая ось контакта отклоняется от своего первоначального положения на угол $y' < y$.

При критическом значении величины момента, приложенного к колесу, наступает полное проскальзывание элементов рисунка протектора, наиболее удаленных от центра контакта.

Способность шины сопротивляться действию момента, создающего угловую нагрузку на шину,

называется угловой жесткостью шины. Коэффициент угловой жесткости D равен отношению момента к углу поворота плоскости колеса:

$$D = \frac{M_p}{\gamma} \frac{\text{кгм}}{\text{град}}$$

Угловая жесткость так же, как и боковая, в основном влияет на управляемость мотоцикла с коляской, особенно при необходимости объезда на высокой скорости внезапно возникшего перед мотоциклом препятствия.

Величина угловой жесткости зависит от тех же параметров, что и боковая жесткость.

СЦЕПЛЕНИЕ ШИНЫ С ДОРОГОЙ

Устойчивость и управляемость мотоцикла, его тяговые свойства и тормозные характеристики в значительной степени определяются сцеплением шины с дорогой.

Величина сцепления оценивается коэффициентом ν , равным отношению максимальной величины реакции X , действующей на колесо в контакте шины с дорогой, при которой происходит буксование колеса, к радиальной нагрузке на шину Q :

$$\nu = \frac{X}{Q}$$

Коэффициент сцепления шины с дорогой оценивается в продольном (в плоскости вращения колеса) и боковом (поперечном) направлениях.

В продольном направлении коэффициент сцепления оценивается отношением максимальной тяговой (или тормозной) силы P_m , при которой наступает буксование (юз) колеса, к радиальной нагрузке на шину Q :

Коэффициент сцепления в боковом направлении определяется отношением боковой силы P_b , при которой происходит занос колеса, к радиальной нагрузке Q :

$$\nu_b = \frac{P_b}{Q}$$

Величина коэффициента сцепления в основном определяется конструкцией шины и типом рисунка протектора, составом протекторных резин, а также характером, качеством и состоянием дорожного покрытия.

Влияние типа рисунка протектора на величину коэффициента сцепления на дорогах с сухим твердым покрытием (асфальт, бетон) менее значительно, чем с влажным. На влажном же покрытии характер рисунка протектора имеет большое значение. Это объясняется тем, что при движении мотоцикла по твердой мокрой дороге между элементами рисунка протектора и дорогой появляется пленка воды. Если элементы рисунка протектора имеют сравнительно небольшие размеры и рассечены щелевидными (дренажными) прорезями, то даже при высокой скорости качения вода выдавливает-

ся из-под выступов протектора в стороны и дренажные щели. Благодаря этому коэффициент сцепления повышается. В том случае, когда вода не успевает выдавливаться из-под шашек протектора, между элементами рисунка и полотном дороги остается тонкая пленка воды, которая резко снижает коэффициент сцепления. При этом значительно ухудшается управляемость и устойчивость мотоцикла, появляется опасность заноса.

Существенно снижается коэффициент сцепления при качении шин по дорогам, покрытым тонким слоем грязи, а также на заснеженных дорогах и в гололед. В табл. 6 приведены значения коэффициентов сцепления шин с различными дорожными покрытиями.

Таблица 6

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ШИН С РАЗЛИЧНЫМИ ДОРОЖНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

| Дорожное покрытие | Состояние дорожного покрытия | |
|--------------------------|------------------------------|-----------|
| | сухое | мокрое |
| Асфальт, бетон | 0,7—0,8 | 0,45—0,55 |
| Песчаная дорога | 0,7—0,8 | 0,6—0,65 |
| Щебеночное покрытие | 0,6—0,7 | 0,4—0,5 |
| Грунтовая дорога | 0,5—0,6 | 0,4—0,5 |
| Булыжник и брусчатка | 0,5—0,55 | — |
| Дорога, покрытая снегом | 0,2—0,4 | |
| Снежная укатанная дорога | 0,2—0,25 | |
| Гололед | 0,2—0,25 | |

КАЧЕНИЕ ШИНЫ

Радиус качения. При качении шина подвергается действию центробежных сил. Величина центробежных сил зависит от скорости качения, массы и размеров ши-

ны. Под действием центробежных сил шина несколько увеличивается по диаметру. Испытания показали, что при качении шины со скоростью 180—220 км/ч высота профиля увеличивается на 10—13% (результаты испытаний шин на шоссеино-кольцевых мотоциклетных гонках).

Одновременно действие центробежных сил вызывает (за счет увеличения радиальной жесткости шины) некоторое увеличение расстояния от оси колеса до опорной поверхности (плоскости дороги) с одновременным уменьшением площади контакта шины с дорогой. Это расстояние называется динамическим радиусом шины R_d , который больше, чем статический радиус R_c , т. е. $R_d > R_c$.

Однако при эксплуатационных скоростях движения R_d практически равен R_c .

Радиусом качения называется отношение линейной скорости движения колеса к угловой скорости вращения колеса:

$$R_k = \frac{V}{\omega},$$

где R_k — радиус качения, м;
 V — линейная скорость, м/с;
 ω — угловая скорость, рад/с.

Сопротивление качению.

При качении колеса по твердой поверхности* (рис. 19) каркас шины подвержен циклическим деформациям. При входе в контакт шина деформируется и прогибается, а при выходе из контакта — восстанавливает свою первоначальную форму. Энергия деформации шины, образующаяся при входе элементов в контакт с поверхностью, расходуется

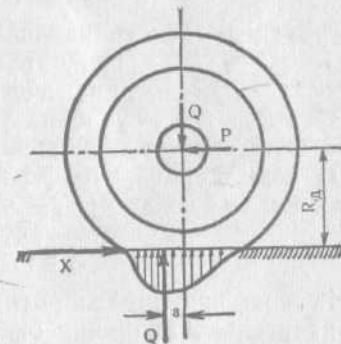


Рис. 19. Качение шины по твердой поверхности

* Вопросы, связанные с качением колеса по мягкому грунту, рассмотрены в разделе «Эксплуатация шин спортивных мотоциклов».

на внутреннее трение между слоями каркаса и проскальзывание в зоне контакта. Часть этой энергии превращается в тепло и передается окружающей среде. Вследствие потерь механической энергии скорость восстановления первоначальной формы шины при выходе элементов шины из контакта меньше скорости деформации шины при входе элементов в контакт. В силу этого нормальные реакции в зоне контакта несколько перераспределяются (по сравнению с неподвижным колесом) и эпюра распределения нормальных сил принимает вид, как показано на рис. 19. Равнодействующая нормальных реакций, равная по величине радиальной нагрузке на шину, перемещается вперед по отношению к вертикали, проходящей через ось колеса, на некоторую величину a («снос» радиальной реакции).

Момент, создаваемый радиальной реакцией относительно оси колеса, называется моментом сопротивления качению:

$$M_c = Q \cdot a.$$

При условии установившегося движения (при постоянной скорости качения) ведомого колеса действует момент, уравновешивающий момент сопротивления качению. Этот момент создается двумя силами — толкающей силой P и горизонтальной реакцией дороги X :

$$M = XR_d = PR_d,$$

где P — толкающая сила;
 X — горизонтальная реакция дороги;
 R_d — динамический радиус.

$PR_d = Qa$ — условие установившегося движения.

Отношение толкающей силы P к радиальной реакции Q называется коэффициентом сопротивления качению k :

На коэффициент сопротивления качению кроме шины значительное влияние оказывает качество дорожного покрытия.

Мощность N_k , затрачиваемая на качение ведомого колеса, равна произведению силы сопротивления качению P_c на линейную скорость качения V :

$$N_k = P_c V.$$

Раскрывая это уравнение, можно написать:

$$N_k = N_1 + N_2 + N_3 - N_4,$$

где N_1 — мощность, затрачиваемая на деформацию шины;

N_2 — мощность, затрачиваемая на проскальзывание шины в зоне контакта;

N_3 — мощность, затрачиваемая на трение в подшипниках колеса и сопротивление воздуха;

N_4 — мощность, развиваемая шиной при восстановлении формы шины в момент выхода элементов из контакта.

Потери мощности на качение колеса значительно возрастают с увеличением скорости качения, так как в этом случае возрастает энергия деформации и, следовательно, большая часть энергии превращается в тепло.

При увеличении прогиба резко возрастает деформация каркаса и протектора шины, т. е. потери энергии на гистерезис.

Одновременно увеличивается теплообразование. Все это, в конечном итоге, ведет к увеличению мощности, затрачиваемой на качение шины.

Испытания, проведенные во ВНИИМОТОПРОМе, показали, что на качение мотоциклетной шины в условиях ведомого колеса (по гладкому барабану) затрачивается мощность от 1,2 до 3 л. с. (в зависимости от размера шины и скорости качения).

Таким образом, общие потери от шин весьма значительны и соизмеримы с мощностью двигателя мотоцикла.

Совершенно очевидно, что решение вопроса снижения мощности, затрачиваемой на качение мотоциклетных шин, имеет исключительное значение. Уменьшение этих потерь не только увеличит долговечность шин, но значительно увеличит моторесурс двигателя и агрегатов мотоцикла, а также положительно скажется на топливной экономичности двигателей.

Исследования, проведенные на шинном заводе Ленинградского производственного объединения «Красный треугольник» при создании шин типа Р, показали, что потери мощности при качении шин этого типа значительно меньше (на 30—40%), чем у шин стандартной конструкции.

Кроме того, снижаются потери при переводе шин на двухслойный каркас из корда 232 КТ.

Особенно важно максимально снизить потери мощности при качении шин для гоночных мотоциклов, так как при их движении на высоких скоростях потери в шинах составляют до 30% по отношению к общим затратам мощности на движение. Один из методов снижения этих потерь — применение в каркасе гоночных шин капронового корда 0,40 К. Применяв такой корд, уменьшили толщину каркаса, снизили вес шины, она стала более эластичной, менее подверженной нагреву.

Большое влияние на коэффициент сопротивления качению шины оказывает характер рисунка протектора.

Для уменьшения энергии, образующейся при входе элементов в контакт с дорогой, максимально снижена масса протектора гоночных шин. Если у дорожных шин глубина рисунка протектора находится в пределах 7—9 мм, то у гоночных шин она составляет 5 мм.

Кроме того, рисунок протектора гоночных шин выполняется таким образом, чтобы его элементы оказывали

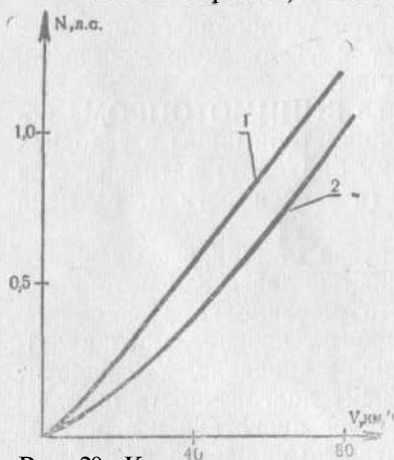


Рис. 20. Кривые зависимости потерь мощности от скорости качения: 1 — шина размера 80—484 (3,25—19), модели Л-130 (дорожная); 2 — шина размера 85—484 (3,25—19) модели Л-179 (для заднего колеса шоссейно-кольцевых мотоциклов)

наименьшее сопротивление при качении шины.

Как правило, рисунок протектора шин (см. рис. 6) переднего (ведомого) и заднего (ведущего) колес различен. Это объясняется тем, что назначение шины переднего колеса — обеспечение надежной управляемости, а заднего колеса — передача крутящего момента.

Наличие кольцевых выступов на шинах передних колес способствует снижению потерь при качении и улучшает управляемость и **УСТОЙЧИВОСТЬ** мотоцикла, особенно на поворотах.

Зигзагообразный рисунок протектора задне-

го колеса обеспечивает надежную передачу крутящего момента и также снижает потери на качение.

Все вышеизложенные меры позволяют в общем существенно снизить потери мощности при качении шин. На графике (рис. 20) показаны кривые изменения потерь мощности при различных скоростях для дорожных и гоночных шин. Как видно из рисунка, гоночные шины по сравнению с дорожными имеют меньшие потери.

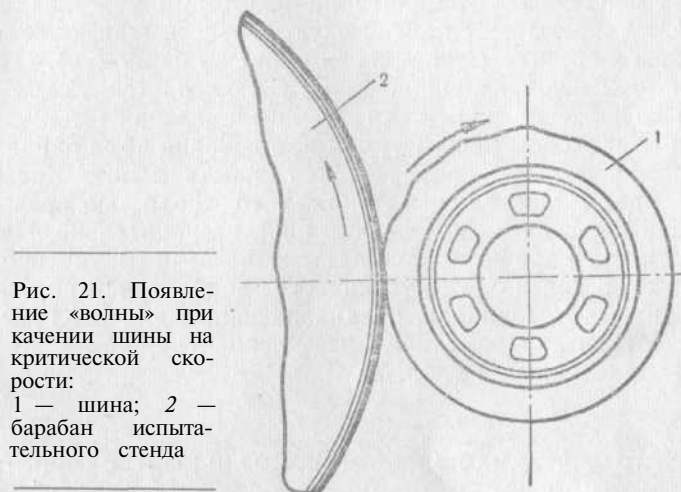


Рис. 21. Появление «волны» при качении шины на критической скорости: 1 — шина; 2 — барабан испытательного стенда

Критическая скорость качения шины. Когда скорость качения шины достигает некоторого предельного значения, потери мощности на качение резко возрастают. Коэффициент сопротивления качению увеличивается примерно в 10 раз.

На поверхности беговой дорожки шины появляется «волна» (рис. 21). Эта «волна», оставаясь неподвижной в пространстве, перемещается по каркасу шины со скоростью ее вращения.

Образование «волны» приводит к быстрому разрушению шины. В зоне протектора-каркаса резко увеличивается температура, так как внутреннее трение в шине становится более интенсивным, и уменьшается прочность связи между протектором и каркасом.

Под действием центробежных сил, значительных по

величине при высоких скоростях качения, происходит отрыв участков протектора или элементов рисунка.

Скорость качения, при которой появляется «волна», считается критической скоростью качения шины.

Как правило, при качении на критической скорости шина разрушается после пробега 5–15 км.

При увеличении давления в шине критическая скорость увеличивается.

Однако практика показывает, что во время ШКХ скорость движения мотоциклов на некоторых участках на 20–25% превышает критическую скорость шин, определенную на стенде (при качении шины по барабану). При этом шины не разрушаются. Это объясняется тем, что при качении по плоскости деформация шины меньше (при одинаковом режиме), чем при качении по барабану, а следовательно, критическая скорость выше. Кроме того время движения мотоцикла со скоростью, превышающей критическую скорость шин, незначительно. При этом шина хорошо охлаждается встречным потоком воздуха. В связи с этим технические характеристики шин спортивных мотоциклов, предназначенных для ШКГ, допускают кратковременное превышение скорости в пределах, указанных в табл. 7.

Таблица 7

ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ШИН МОТОЦИКЛОВ ДЛЯ ШКГ

| Обозначение шин | Максимально допустимая скорость, км/ч | |
|--------------------------------|---|---|
| | при непрерывном движении на участке любой длины | при непрерывном движении на участке не более 5 км |
| 65–484 (2,50–19), модель Л-168 | 160 | 210 |
| 75–484 (3,00–19), модель Л-169 | 170 | 230 |
| 75–484 (3,00–19), модель Л-170 | 170 | 230 |
| 85–484 (3,25–19), модель Л-179 | 170 | 240 |

Качение шины в условиях ведущего и тормозного колеса. Качение шины в условиях ведущего колеса происходит при приложении к колесу крутящего момента $M_{кр}$.

Схема сил, действующих на ведущее колесо, приведена на рис. 22.

К колесу, нагруженному вертикальной силой Q , приложен крутящий момент $M_{кр}$.

Реакция дороги Q_p , равная по величине нагрузке Q , смещена относительно оси колеса на некоторое расстояние a . Сила Q_p создает момент сопротивления качению M_c :

$$M_c = Q_p \cdot a.$$

Крутящий момент $M_{кр}$ создает тяговую силу P_m :

$$P_m = \frac{M_{кр}}{R_k},$$

где R_k —радиус качения.

При качении шины в условиях ведущего колеса под действием крутящего момента происходит перераспределение касательных сил в контакте.

В передней по направлению движения части контакта касательные силы увеличиваются, в задней — уменьшаются. При этом равнодействующая касательных сил X равна тяговой силе P_m .

Мощность, затрачиваемая на качение ведущего колеса, равна произведению крутящего момента $M_{кр}$ на угловую скорость ω_k вращения колеса:

$$N = M_{кр} \cdot \omega_k.$$

Раскрывая это уравнение для случая установившегося движения, можно написать мощностной баланс колеса:

где V_m —теоретическая поступательная скорость колеса.

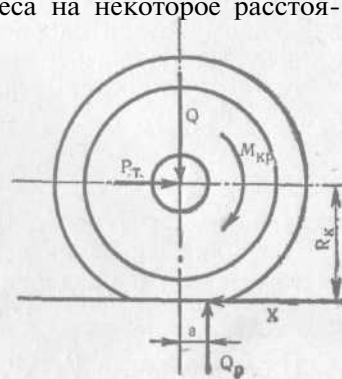


Рис. 22. Схема сил, действующих на шину ведущего колеса при качении

Это уравнение справедливо только в том случае, когда в контакте отсутствует проскальзывание.

Однако касательные силы вызывают проскальзывание элементов рисунка протектора относительно дороги. В силу этого действительная величина скорости поступательного движения колеса V_d несколько ниже теоретической V_T .

Отношение действительной скорости поступательного движения V_d к теоретической V_T называется коэффициентом полезного действия колеса, учитывающим потери скорости на проскальзывание шины относительно дороги.

Величину проскальзывания α можно оценить по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{V_T - V_d}{V_T}$$

Следовательно,

Очевидно, значение действительной скорости V_d может меняться в пределах от V_T до 0, т. е.

$$V_T > V_d > 0.$$

В случае, когда т. е. колесо буксует на месте.

Интенсивность проскальзывания зависит от величины касательных сил, определяемых в свою очередь величиной крутящего момента.

Ранее было показано:

$$M_{кр} = X R_k; \quad X = P_T = Q \gamma,$$

где γ — коэффициент сцепления шины с дорогой.

При увеличении крутящего момента до некоторого значения, превышающего критическое, величина равнодействующей касательных сил X становится выше допустимой и шина полностью проскальзывает относительно дороги.

Работы, проведенные на шинном заводе Ленинградского производственного объединения «Красный треугольник» показали, что существующие мотоциклетные шины в диапазоне рабочих нагрузок могут передавать без полного проскальзывания крутящий момент 55—75 кгс • м (в зависимости от размера шины, величины нагрузки, давления и т. д.).

При торможении мотоцикла силы, действующие на шину, по характеру аналогичны силам, возникающим при работе шины в условиях ведущего колеса.

При приложении к колесу тормозного момента M_m в зоне контакта происходит перераспределение касательных сил. Наибольшие касательные силы возникают в задней части контакта. Равнодействующая касательных сил по величине и направлению совпадает с тормозной силой T :

$$T = Q \gamma.$$

При увеличении тормозного момента M_m выше некоторого критического значения тормозная сила T становится больше силы сцепления шины с дорогой ($T > Q \gamma$) и в контакте начинается полное проскальзывание, наступает явление юза.

При торможении на юз в зоне контакта повышается температура протектора, падает коэффициент сцепления, резко увеличивается износ рисунка протектора. Эффективность торможения уменьшается (увеличивается тормозной путь).

Наиболее эффективное торможение происходит при значениях тормозной силы T , близкой по величине силе сцепления шины с дорогой.

Следовательно, при использовании водителем динамических качеств мотоцикла в целях уменьшения износа шин к ведущему колесу должен подводиться крутящий момент, обеспечивающий наименьшее проскальзывание шины относительно дороги.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ШИН НА ПОВОРОТАХ

При движении мотоцикла по радиусу (на повороте) возникает центробежная сила, величина которой определяется по формуле:

$$F = \frac{G V^2}{R},$$

где F — центробежная сила;
 G — масса мотоцикла;
 V — скорость движения;
 R — радиус поворота.

Следствием центробежной силы является боковая сила, действующая (в случае поворота мотоцикла с боковым прицепом) вдоль оси колеса (рис. 23).

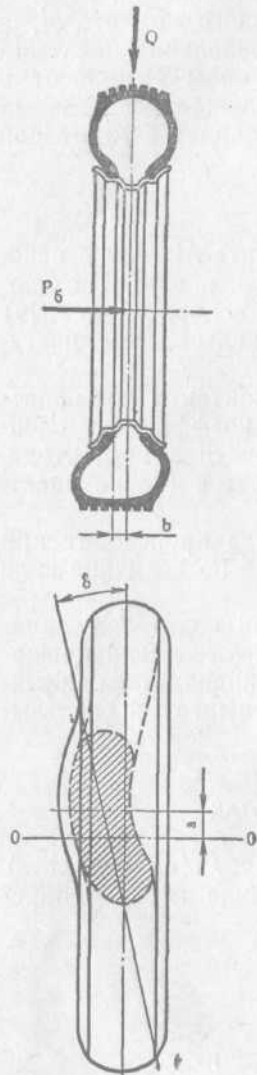


Рис. 23. Действие на шину боковой силы при качении

Под действием боковой силы шина деформируется в поперечном направлении, причем искажается не только профиль шины, но и форма контакта.

Плоскость колеса смещается относительно продольной оси контакта на некоторое расстояние b , зависящее от боковой жесткости шины. Боковая нагрузка P_b вызывает возникновение в зоне контакта касательных сил.

В отличие от неподвижного колеса распределение касательных сил в контакте катящегося колеса несимметрично относительно поперечной оси $0-0$, в силу чего равнодействующая касательных сил несколько смещена назад относительно оси колеса на величину a . Это приводит к тому, что при качении шины каждый элемент протектора смещается в направлении увеличения касательных сил на большую величину, чем предыдущий. В результате направление движения колеса изменится. Колесо будет перемещаться под некоторым углом δ к плоскости вращения.

Это явление называется боковым уводом, а угол δ — углом бокового увода.

На рис. 24 показана зависимость угла увода δ от боковой силы P_b .

Боковой увод может также оцениваться коэффициентом сопротивления уводу, равным отношению боковой силы P_b к углу увода δ :

$$\lambda = \frac{P_b}{\delta}$$

На линейном участке графика (см. рис. 24) коэффициент λ является тангенсом угла наклона характеристики к горизонтальной оси.

Действующие в зоне контакта касательные силы вызывают проскальзывание элементов рисунка протектора относительно дороги. Наибольшее проскальзывание происходит в задней части контакта, где касательные силы имеют максимальное значение. Равнодействующая касательных сил, равная по величине боковой нагрузке P_b , создает момент $M_{ст}$, который стремится совместить плоскость колеса с плоскостью направления движения мотоцикла. Этот момент называется стабилизирующим моментом. Он уравновешивается моментом, приложенным водителем к рулю мотоцикла.

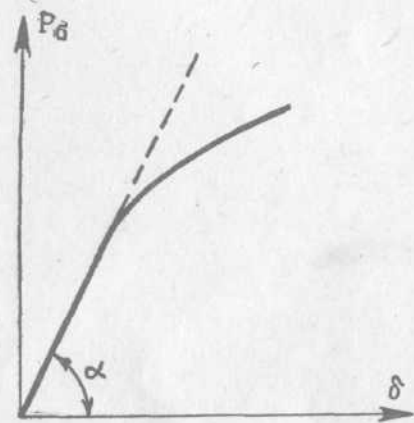


Рис. 24. Зависимость угла увода от боковой силы

По мере увеличения боковой силы P_b проскальзывание в зоне контакта увеличивается. При некотором значении боковой силы наступает полное проскальзывание, вызывающее занос мотоцикла.

При движении на повороте мотоцикла с боковым прицепом водитель должен приложить к рулю определенное усилие, чтобы повернуть переднее колесо на необходимый угол (особенно заметно это при прохождении левого поворота). Это усилие уравновешивает стабилизирующий момент $M_{ст}$. Чем выше скорость дви-

жения, тем большее усилие должен приложить водитель, чтобы противодействовать возрастающему M_{cm} . В тот момент, когда начинается проскальзывание колеса в боковом направлении (т. е. начинается занос) величина M_{cm} резко уменьшается. Водитель чувствует это по уменьшению усилия, которое он прикладывает к рулю и должен сразу принять меры, чтобы предотвратить занос.

Следовательно, условие устойчивости колеса против заноса определяется выражением:

$$P_6 \leq Q\gamma,$$

где Q — нагрузка на колесо;
 γ — коэффициент сцепления.

При движении мотоцикла с боковым прицепом по радиусу можно сделать допущение, что центробежная сила параллельна оси заднего колеса. В связи с этим условие устойчивости мотоцикла против заноса будет:

$$\frac{GV^2}{R} \leq Q\gamma,$$

где V — скорость движения мотоцикла;
 G — масса мотоцикла;
 γ — коэффициент сцепления;
 R — радиус поворота.

Таким образом, из формулы ясно, что при движении мотоцикла с боковым прицепом на повороте постоянной кривизны критерием устойчивости мотоцикла против заноса является скорость.

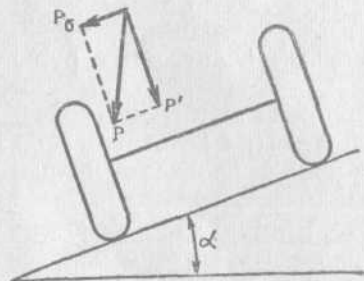


Рис. 25. Схема сил, действующих на мотоцикл с боковым прицепом при качении по наклонной плоскости

Явление бокового увода наблюдается не только при движении мотоцикла с боковым прицепом по радиусу, но и при его движении по наклонной плоскости (рис. 25). В этом случае боковая сила P_6 является составляющей веса мото-

цикла, направленной параллельно наклонной плоскости, т. е.

где α — угол наклона дороги.

Условие устойчивости мотоцикла против бокового скольжения на наклонной плоскости будет:

Следовательно, при постоянном коэффициенте сцепления шин с дорогой занос (боковое скольжение) может произойти только тогда, когда боковая сила будет больше силы сцепления шин с дорогой. Поскольку боковая сила возрастает по мере увеличения угла α (наклона дороги), критерием устойчивости мотоцикла против бокового скольжения является угол наклона дороги. Однако при высоком коэффициенте сцепления шин с дорогой компоновка мотоцикла может быть такой, что боковая сила P_6 при некотором угле α , не достигнув по величине силы сцепления, вызовет опрокидывание мотоцикла. Т. е., если $\text{tg}\alpha > \gamma_{бок}$, то раньше заноса произойдет опрокидывание мотоцикла.

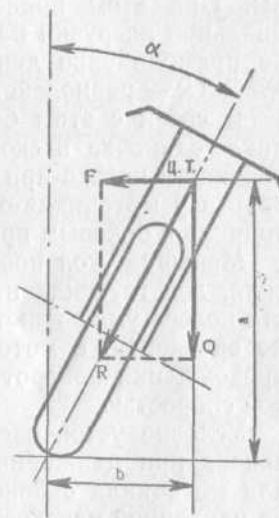


Рис. 26. Схема сил, действующих на мотоцикл-одиночку при движении по радиусу

При движении по радиусу мотоцикла-одиночки (рис. 26) для обеспечения устойчивости водитель наклоняет его к центру поворота. Центробежная сила F и сила тяжести Q создают опрокидывающие моменты противоположного направления относительно контакта шин с дорогой.

Условие равновесия мотоцикла-одиночки будет иметь вид:

$$M_F = M_Q,$$

где M_F и M_Q — опрокидывающие моменты.

В этом случае равнодействующая R проходит через контакт шины с дорогой.

С увеличением скорости прохождения поворота растет центробежная сила F и опрокидывающий момент M_f .

Следовательно, для сохранения равновесия при увеличении скорости движения угол α наклона мотоцикла должен увеличиваться.

При наклоне мотоцикла боковая сила, действующая на шину, несколько меньше, чем у мотоцикла с боковым прицепом (при одинаковом значении центробежной силы). Это объясняется тем, что у мотоцикла, движущегося с наклоном, боковая сила, действующая вдоль оси колеса, является составляющей центробежной силы. При этом происходит некоторое увеличение радиальной нагрузки на шину (по сравнению с нагрузкой на прямолинейно движущемся мотоцикле), так как $R > Q$ (R — равнодействующая сил Q и F).

В связи с этим боковая деформация шин на мотоцикле-одиночке несколько уменьшается. Угол поворота плоскости колеса при прохождении одного и того же поворота у мотоцикла-одиночки также меньше, чем у мотоцикла с боковым прицепом.

Меньшие угол поворота плоскости колеса и боковая сила, действующая на колесо, а также наклон плоскости колеса уменьшают угол увода у мотоцикла-одиночки по сравнению с мотоциклом с боковым прицепом при прохождении поворота одинакового радиуса с одинаковой скоростью.

Условие устойчивости мотоцикла-одиночки против заноса при движении по радиусу будет то же, что и для мотоцикла с боковым прицепом при движении его по наклонной плоскости, т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \gamma_{\text{бок}}$$

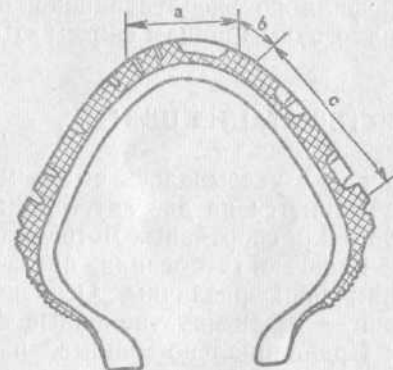
Основное требование, предъявляемое к шине мотоцикла, движущегося с некоторым углом наклона к плоскости, — надежное сцепление шины с дорогой. Это условие может быть выполнено только в том случае, если во всем диапазоне возможных углов наклона мотоцикла (от 0 до 50°) величина площади контакта достаточно большая, т. е. близкая по величине или больше контакта шины при вертикальном положении мотоцикла.

Наличие постоянно большого контакта шины с дорогой при постепенном наклоне мотоцикла обеспечивается специально подобранным профилем сечения шины, имеющим определенную кривизну рабочей части протектора.

Изменяющаяся кривизна различных участков сечения шины по профилю должна иметь плавное сопряжение.

Таким образом, по профилю сечения мотоциклетные шины значительно отличаются от автомобильных шин.

Кроме профиля, большое влияние на устойчивость мотоцикла, движущегося с наклоном к дороге, оказывает характер рисунка протектора. Те элементы рисунка, которые работают при наклоне мотоцикла, должны иметь достаточную жесткость в поперечном направлении. При большой подвижности элементы рисунка значительно деформируются в боковом направлении. Вследствие этого возрастает неравномерность напряжений в элементах рисунка, что приводит к увеличению удельных касательных сил. В результате проскальзывание наступает раньше, чем у шин с более жестким рисунком и, следовательно, возрастает опасность заноса. Кроме того, водитель ощущает некоторую неустойчивость мотоцикла в поперечном направлении, так называемую «игру шины», что вызывает неуверенность в управлении мотоциклом.



Особенно важны все перечисленные факторы для спортивных шин, устанавливаемых на гоночные мотоциклы.

Шины оригинальной конструкции для гоночных мотоциклов выпускает фирма «Данлоп». Эти шины отличаются от существующих мотоциклетных шин несколько необычным профилем. Сечение шины имеет форму, близкую к треугольнику. На рис 27 показано сечение

Рис. 27. Сечение шины треугольного профиля

Шины «Данлоп» модели KR-73 размера 3,50—19.

Шина «Данлоп» модели KR-73 имеет узкую беговую дорожку при движении мотоцикла по прямой и большую площадь контакта на повороте. Однако эксплуатация мотоцикла на таких шинах требует от водителя очень высокой квалификации и большого опыта. Это объясняется тем, что при входе в поворот наклон мотоцикла должен быть произведен гораздо быстрее, чем на шинах обычного профиля, чтобы максимально сократить время качения шины на углообразном участке *b*, соединяющем беговую дорожку *a* с участком *c*.

Применение на гоночных мотоциклах шин с треугольным профилем позволило увеличить скорость прохождения виражей на 3,5% (по данным фирмы «Данлоп»).

В настоящее время на шинном заводе Ленинградского производственного объединения «Красный треугольник» разработаны шины аналогичной конструкции. Испытания опытных образцов (размера 115—459 модели Л-223) показали, что отечественные шины треугольного профиля по эксплуатационным качествам не уступают аналогичным шинам фирмы «Данлоп».

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ШИН

Как уже указывалось выше, мотоциклетные шины подразделяются на две категории: для дорожных мотоциклов и для спортивных мотоциклов.

Главные требования, предъявляемые к этим категориям шин, различны. Основные критерии спортивных шин — их эксплуатационные качества и прочность.

Принципиально минимальная долговечность спортивных шин определяется тем, что шина должна выдерживать одну гонку (шоссейно-кольцевую или кросс) без разрушения и с сохранением эксплуатационных качеств. Вопрос повышения долговечности спортивных шин не может решаться за счет даже незначительного ухудшения их эксплуатационных качеств, т. е. путем увеличения насыщенности рисунка протектора, высоты его элементов и т. п. Поэтому повышение долговечности спортивных шин осуществляется только путем увеличения износостойкости протекторных резин (без существенного

изменения их физико-механических свойств) или созданием шин с новой конструкцией каркаса (P, PC или OD).

Для дорожных шин вопрос долговечности имеет первостепенное значение и является основным параметром, определяющим их качество.

В табл. 8 и 9 приведены данные по гарантийному пробегу шин для дорожных и спортивных мотоциклов.

Таблица 8

ГАРАНТИЙНЫЙ ПРОБЕГ ШИН ДЛЯ ДОРОЖНЫХ МОТОЦИКЛОВ И МОПЕДОВ

| Обозначение шин | Гарантийный пробег шин для мотоциклов и мопедов, км | |
|------------------|---|--------------|
| | без коляски | с коляской |
| 65—484(2,50-19) | 19000/20000* | — |
| 80—459(3,00—18) | 20000 | — |
| 80—405(3,25-16) | 15000 | — |
| 80—484(3,25—19) | 20000 | 14000 |
| 90-459(3,50—18) | 20000/24000* | 14000/16000* |
| 95—484(3,75—19) | — | 18000 |
| 110—432(4,00—17) | — | 21000 |
| 60—484(2,25—19) | 14000 | — |
| 65—405(2,50—16) | 16000/20000* | — |

* Гарантийный пробег для шин, выпускаемых со Знаком качества.

Таблица 9

ГАРАНТИЙНЫЙ ПРОБЕГ ШИН ДЛЯ СПОРТИВНЫХ МОТОЦИКЛОВ

| Назначение шин | Гарантийный пробег шин, км |
|---|----------------------------|
| Шины мотоциклов без коляски для ШКГ | 250 |
| Шины мотоциклов с коляской для ШКГ | 150 |
| Шины мотоциклов для кросса | 500 |
| Шины мотоциклов для многодневных соревнований | 1500 |

Нормальная причина выхода из эксплуатации дорожных шин — равномерный износ протектора при пробеге не меньше предусматриваемого гарантийными нормами. Шина преждевременно может выйти из строя из-за некачественного ее изготовления или неправильной эксплуатации. Максимально возможный пробег шины достигается только при строгом соблюдении правил их эксплуатации.

Рассмотрим основные положения, связанные с эксплуатацией шин.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ШИН ДОРОЖНЫХ МОТОЦИКЛОВ

Внутреннее давление в шинах. Практика показывает, что наиболее характерный случай нарушения правил эксплуатации мотоциклетных шин —: несоблюдение норм давления в шинах.

Рассмотрим два случая.

1-й случай — шина эксплуатируется при пониженном давлении. Вследствие этого увеличивается ее радиальный прогиб. Каркас покрышки подвергается большим знакопеременным деформациям, возрастают напряжения в нитях корда. Кроме того, повышенная деформация каркаса сопровождается увеличенным теплообразованием. Все это приводит к тому, что усталостная прочность каркаса падает, уменьшается прочность связи между деталями покрышки. В результате шина может преждевременно выйти из строя из-за излома каркаса, отслоения протектора и т. п. При осмотре покрышки, работавшей при пониженном давлении, на внутренней части боковины в зоне наибольшей деформации наблюдается черная полоса «намола» — крошки резины, возможно даже оголение или (при изломе каркаса) разрушение нитей корда.

Шины, работающие при пониженном давлении, имеют большую площадь контакта с дорогой, чем при нормальном давлении. За счет этого несколько уменьшается среднее удельное давление, однако фактические удельные давления по зоне контакта несколько перераспределяются. Так как средняя часть протектора прогибается внутрь шины, удельное давление уменьшается в центре

беговой дорожки и значительно возрастает в крайних зонах. При этом в крайних зонах резко увеличивается износ протектора (вследствие более интенсивного проскальзывания и увеличенного удельного давления), в связи с чем шина изнашивается быстро и неравномерно.

При эксплуатации шин при пониженном давлении значительно увеличиваются потери мощности в шине на качение, возрастает коэффициент сопротивления качению. Это приводит к уменьшению максимальной скорости движения мотоцикла (на дорогах с твердым покрытием), увеличению удельного расхода топлива.

Пониженное давление снижает сопротивляемость шин динамическим нагрузкам. Хотя на удовлетворительной дороге (булыжник, «гребенка» и т. п.) плавность хода мотоцикла несколько улучшается, при наезде на большой скорости на какое-либо препятствие — рельсы, камни, ямки (в асфальте) и т. п. — может произойти «пробой» шины до обода. В этом случае наряду с возможным разрушением шины происходит деформация обода колеса.

Снижение давления в шине приводит также к уменьшению ее боковой жесткости, т. е. к ухудшению управляемости мотоциклом и его устойчивости, увеличению возможности заноса и, значит, уменьшению безопасности езды.

При понижении давления в шине уменьшается надежность ее крепления на ободе. В то же время шины находятся под постоянным воздействием моментов (крутящего — для заднего колеса, тормозного — для заднего и переднего и сопротивления движению — для всех колес), стремящихся повернуть шину относительно обода.

При некотором критическом значении давления момент трения между шиной и ободом становится меньше момента внешних сил, действующих на шину. Происходит проворачивание шины относительно обода с одновременным вырывом вентиля и, следовательно, полной потерей давления. Поскольку заднее (ведущее) колесо мотоцикла практически постоянно находится под воздействием крутящего или тормозного моментов, вероятность проворачивания на нем шины больше, чем на других колесах,

При полном падении давления устойчивость и управляемость мотоцикла, особенно при движении с высокой скоростью, ухудшается настолько, что даже очень опытный водитель не всегда может сохранить направление движения мотоцикла и его устойчивости до полной остановки. Особенно опасен вырыв вентиля в шине переднего колеса, так как в этом случае даже мотоцикл с боковым прицепом, имеющий большую устойчивость, чем одноколейный мотоцикл (без коляски), становится практически неуправляемым.

Следует помнить, что при вырыве вентиля шина, как правило, выходит из строя вследствие повреждения ее ободом.

2-й случай — шина эксплуатируется при повышенном давлении. Повышенное против нормы давление в шине сопровождается уменьшением ее радиальной деформации и, следовательно, уменьшением площади контакта. Удельные давления в зоне контакта увеличиваются, особенно в средней части, что приводит к значительному увеличению интенсивности износа центральных элементов рисунка протектора.

При увеличении удельных давлений в контакте ухудшается проходимость мотоцикла по мягкому грунту.

Уменьшение площади контакта приводит к ухудшению тормозных качеств шин, особенно на мокрой дороге. Результатом повышенного давления является увеличение динамической жесткости шин и, значит, ухудшение плавности хода мотоцикла (комфортбельности). Поглощение энергии шиной уменьшается, значит, увеличиваются динамические нагрузки на ходовую часть мотоцикла.

Кроме того, при повышении давления в шине уменьшается запас прочности каркаса. Возрастают напряжения в нитях корда, и быстрее наступает его усталость. При воздействии на шину динамических сосредоточенных нагрузок — наезды на различные препятствия, особенно на большой скорости — повышается вероятность разрыва каркаса. Разрыв каркаса происходит, как правило, в зоне протектора и имеет крестообразный или диагональный характер.

Учитывая, что при длительном непрерывном движении мотоцикла, особенно в жаркую погоду, давление в шинах несколько повышается (из-за нагрева воздуха в

шинах), все вышеуказанные явления еще более усугубляются.

Необходимо отметить, что шины, разрушенные вследствие эксплуатации их при пониженном или повышенном давлении, ремонту не подлежат.

Таким образом, одно из важнейших условий правильной эксплуатации шин — строгое соблюдение норм давления. Учитывая, что распределение веса по колесам мотоциклов очень неравномерно (согласно особенности его компоновки) и вес пассажиров составляет до 100% от общего веса полностью снаряженного мотоцикла, необходима строгая дифференциация давлений в шинах в зависимости от нагрузок (загрузки мотоцикла).

В то же время совершенно очевидно, что корректировка давления в шинах в случаях очень часто меняющихся нагрузок на них — при небольших пробегах с постоянно меняющимся числом пассажиров — неудобна.

Поэтому рекомендуется давление в шинах мотоцикла устанавливать исходя из преобладающей по пробегу загрузки мотоцикла, допуская кратковременное несоответствие давления в шинах фактической нагрузке на них. Однако при длительных пробегах давление в шинах должно быть обязательно доведено до нормы, соответствующей измененной нагрузке.

В табл. 10 приведены практические рекомендации по соотношению норм давлений и нагрузок для дорожных шин.

Давление в шинах следует проверять перед каждым выездом специальным манометром марки МД-214. Необходимость столь частой проверки давления объясняется тем, что даже не имеющая повреждений камера может пропускать воздух через стенки в силу некоторой газопроницаемости. Кроме того, возможна незначительная утечка воздуха через клапан золотника вентиля, особенно при эксплуатации шин без предохранительного колпачка.

Колебание давления в мотоциклетных шинах допускается в пределах $\pm 0,1$ кгс/см² от установленной нормы.

При проверке внутреннего давления в шинах в дороге может оказаться, что давление несколько повысилось из-за нагрева шины при качении. В этом случае корректировать давление не следует.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СООТНОШЕНИЯ НАГРУЗОК И ДАВЛЕНИЙ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ШИН

| Обозначение шин | Нагрузка на шину, кгс | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 310 | 280 | 260 | 240 | 220 | 200 | 180 | 160 | 140 | 120 | 100 | 80 | 60 |
| | Давление в шине*, кгс/см ² | | | | | | | | | | | | |
| 95—484(3,75—19) | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | — | — | — | — | — |
| 80—484(3,25—19) | — | — | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | — | — | — | — |
| 90—459(3,50—18) | — | — | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | — | — | — | — |
| 90—405(3,25—16) | — | — | — | — | — | — | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | — | — | — |
| 65—484(2,50—19) | — | — | — | — | — | — | — | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | — | — |
| 65—405(2,50—16)** | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,0 | 1,6 | 1,2 |
| 60—484(2,25—19)** | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,0 | 1,6 | 1,3 |

* Величины давления даны для шин с четырехслойным каркасом. Для шин с двухслойным каркасом давление необходимо увеличить на 0,3 кгс/см².

** Шины всегда выпускаются с двухслойным каркасом.

О выборе давлений для спортивных шин рассказано ниже.

Нагрузка. Каждая шина рассчитана на определенную нагрузку. Эксплуатация шин при нагрузках, превышающих максимально допустимые, значительно сокращает срок их службы. При перегрузке шин увеличиваются напряжения в нитях корда, быстрее наступает усталость каркаса и других деталей покрышки.

Перегрузка шин сопровождается увеличением интенсивности износа протектора, повышенным разогревом шины. Увеличение температуры шины способствует повышению износа протектора и падению прочности шины.

Повышение давления в перегруженных шинах для уменьшения радиального прогиба приводит к еще большему напряжению каркаса и уменьшению запаса его прочности.

Типичные дефекты разрушения шин при их перегрузке: разрушения боковины в зоне наибольшей деформации, разрывы каркаса — диагональные, крестообразные, отслоение протектора и расслоение каркаса.

При перегрузке шин возрастают потери мощности на качение мотоцикла, увеличивается расход топлива, ухудшается управляемость мотоцикла.

Следовательно, максимального пробега шин можно добиться только при эксплуатации их без перегрузки.

Методы вождения. Методы вождения мотоцикла оказывают существенное влияние на долговечность шин.

Современные дорожные мотоциклы — очень динамичный вид транспорта. Они обладают высокой максимальной скоростью, очень «приемисты», т. е. быстро набирают скорость при разгоне, оборудованы эффективной системой тормозов. Если еще учесть, что мотоциклетные шины работают в гораздо более жестких условиях по сравнению с шинами легковых автомобилей, то становится совершенно очевидным, что только рациональное и правильное использование динамических возможностей мотоцикла может обеспечить максимальный пробег шин.

Поскольку износ рисунка протектора — основная причина выхода мотоциклетных шин из эксплуатации,

необходимо прежде всего рассмотреть, как методы вождения влияют на износ шин.

Влияние скорости движения. Ранее было указано, что износ протектора шин происходит из-за проскальзывания элементов рисунка относительно дороги. Испытания показали, что интенсивность износа протектора прямо пропорциональна скорости движения мотоцикла. Это объясняется тем, что при увеличении скорости качения колеса возрастает скорость проскальзывания элементов рисунка протектора в зоне контакта. С увеличением скорости повышается температура протектора, что также способствует более интенсивному износу.

При движении мотоцикла по радиусу проскальзывание элементов рисунка происходит не только в окружном, но и в боковом направлении (явление бокового увода), т. е. на поворотах интенсивность износа возрастает, особенно на мотоциклах с коляской.

Следовательно, чем меньше скорость движения мотоцикла на прямолинейных участках и особенно на поворотах, тем меньше износ шин.

Трогание с места и торможение. При резком трогании с места и быстром наборе скорости проскальзывание элементов рисунка протектора в контакте (в силу перераспределения касательных сил) значительно возрастает. Мощности современных мотоциклов в сочетании с передаточным числом трансмиссии позволяют при трогании с места подводить к ведущему колесу мотоцикла крутящий момент, который вызовет пробуксовку колеса. В этом случае износ протектора шины особенно интенсивен, так как при трогании с места с пробуксовкой шины очень быстро и сильно разогреется протектор.

Очень интенсивное торможение также является причиной значительного увеличения проскальзывания протектора в контакте и, следовательно, износа шины. Наиболее жесткое для шины с точки зрения износа — это торможение на юз, так как при этом значительная часть энергии трения скольжения переходит в тепло и вызывает местный нагрев протектора. В зоне контакта происходит осмоление резины с одновременным интенсивным абразивным износом элементов рисунка протектора, а на дороге остается черная полоса — слой резины. Местный износ протектора, который происходит в ре-

зультате торможения колеса на юз, приводит к тому, что при последующей эксплуатации в момент торможения повышается вероятность юза шины на том же участке, что в конце концов приводит к местному преждевременному полному износу протектора. Этому способствует также появление дисбаланса шины.

Необходимо отметить, что торможение на юз не только не самое эффективное, но и часто бывает причиной заноса мотоцикла и его опрокидывания.

Таким образом, наиболее благоприятно с точки зрения уменьшения износа шин мягкое трогание с места и плавное торможение при одновременном пользовании ножным и ручным тормозом — случай самого эффективного торможения.

Дорожные и климатические условия. Долговечность шин в значительной степени зависит от качества и состояния дороги.

Широкие эксплуатационные испытания показали, что наибольший пробег обеспечивают шины, эксплуатирующиеся на дорогах с твердым покрытием — асфальт и асфальтобетон. На дорогах этой группы наименьший процент шин, вышедших из строя вследствие механических повреждений. Однако интенсивность износа на них не одинакова и зависит от структуры дорожного полотна. Асфальт крупнозернистой структуры с наполнителем в виде мелко дробленого гравия вызывает более интенсивный износ шин. На гравийных, щебенчатых и грунтовых дорогах несколько увеличивается процент выхода шин из строя по механическим повреждениям и повышается износ за счет увеличенного проскальзывания шины из-за меньшего коэффициента сцепления. На дорогах всех категорий, находящихся в неудовлетворительном состоянии, долговечность шин еще меньше.

Существенное влияние на износ шин оказывает рельеф местности. На дорогах, имеющих большое количество поворотов, крутых подъемов и спусков, применяются более интенсивные, чем на равнинных дорогах, торможение и разгоны, чаще шина катится при значительном боковом скольжении и т. п. Поэтому износ шин на горных дорогах выше, чем на равнинных.

Климатические условия также влияют на износ шин. Поскольку повышенное теплообразование в шине сию-

способствует увеличению износа, больше будут изнашиваться шины в районах с более высокой температурой воздуха. По этой же причине летом шины изнашиваются быстрее, чем зимой.

При эксплуатации мотоциклов на заснеженных дорогах, так как очень незначительно трение в контакте, шины почти не изнашиваются.

Техническое состояние мотоцикла. Большое влияние на долговечность шин оказывает техническое состояние мотоцикла.

В первую очередь это относится к мотоциклу с коляской, который, являясь двухколейным экипажем, имеет одно ведущее колесо. Поэтому для лучшей управляемости мотоцикла колесо коляски устанавливается с некоторым развалом по отношению к вертикальной оси и схождение по отношению к продольной оси мотоцикла, как это показано на рис. 28. Таким образом, даже в случае прямолинейного движения мотоцикла с коляской шина колеса коляски работает с заданным увеличенным проскальзыванием элементов протектора в зоне контакта.

Если колесо коляски будет установлено с большим, чем это предусматривается, схождение, то значительно уменьшится интенсивность проскальзывания элементов рисунка и, следовательно, износ шины. Увеличение схождения колеса коляски может привести к преждевремен-

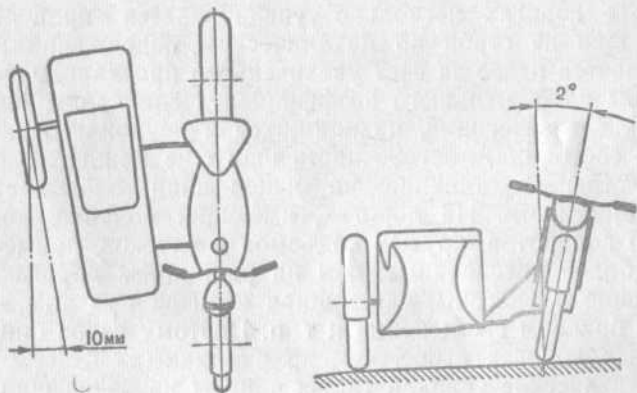


Рис. 28. Развал мотоцикла и схождение колеса коляски

ному, иногда через 3000—4000 км, износу шины. Признак большого схождения — ухудшение управляемости мотоцикла (мотоцикл «тянет» в левую сторону). Увеличение развала колеса коляски приводит к неравномерному одностороннему износу шины.

Значит, во избежание преждевременного износа шин коляску мотоцикла необходимо устанавливать строго по инструкции завода.

Не менее важна правильная установка заднего колеса на мотоцикле с цепной передачей (как одиночки, так и с коляской). В отличие от мотоцикла с карданной передачей, на мотоцикле с цепной передачей при регулировке натяжения цепи возможна неправильная установка заднего колеса за счет некоторого разворота оси колеса. В этом случае плоскость заднего колеса не совпадает с направлением движения мотоцикла, шина работает с постоянным уводом, вследствие чего резко увеличивается износ протектора. Следовательно, после регулировки натяжения цепи необходимо убедиться в том, что плоскости переднего и заднего колес совпадают.

Большое значение для равномерного износа шин по профилю и окружности имеет состояние обода колеса. Эллиптический обод вызывает неравномерный износ шин по окружности. Шина колеса, имеющего боковое биение обода, неравномерно изнашивается по профилю.

Неравномерный износ может появиться из-за значительного дисбаланса колеса, поэтому рекомендуется балансировать колесо вместе с шиной. Такая балансировка (статическая) заключается в нахождении наиболее тяжелой точки и уравнивании ее грузом в точке, расположенной по отношению к «тяжелой» под углом 180° (наматыванием изоляционной ленты или проволоки на спицы колеса и т. п.).

В некоторых случаях неудовлетворительное техническое состояние мотоцикла бывает причиной выхода шин из строя по механическим повреждениям. К ним относятся случаи задевания шины за ходовую часть мотоцикла (например, за выступающие болты крепления щитков колес при срабатывании амортизаторов и т. п.).

Исключительно вредно действует на шины масло, которое часто попадает на них при подтекании сальни-

ков двигателя, передней вилки, сальников карданной передачи или разбрызгивается цепью. При этом в первую очередь происходит разрушение покровной резины боковины шины. Однако масло может попасть и на протектор. Шашки протектора под действием масла размягчаются, и эксплуатация на такой шине становится небезопасной, так как резко падает коэффициент сцепления шины с дорогой. Аналогичное влияние оказывает на шины бензин и другие горюче-смазочные материалы, поэтому следует тщательно оберегать шины от попадания на них нефтепродуктов при эксплуатации мотоцикла.

Перестановка шин. Мотоциклетные шины в зависимости от того, на каком колесе они установлены, работают в различных условиях по нагрузке и воздействию на них внешних сил.

В наиболее неблагоприятных условиях по сумме факторов находится шина заднего колеса мотоцикла. Кроме радиальной нагрузки (на заднее колесо приходится до 60% общей нагрузки) на шину заднего колеса действует крутящий и тормозной моменты, а также, в случае мотоцикла с коляской, — боковая сила.

Шина переднего колеса подвержена действию радиальной нагрузки и тормозного момента. Боковая сила, действующая на переднее колесо, сравнительно невелика. На шину колеса коляски действует только радиальная нагрузка и боковая сила. Различный характер и величина сил, действующих на шины мотоцикла (в зависимости от места их установки), приводят к тому, что величина и направление касательных сил в зоне контакта неодинаковы.

Следствием этого является различная по колесам интенсивность проскальзывания. Очевидно, наибольшему износу подвержена шина заднего колеса, наименьшему — переднего, шина колеса коляски (при условии правильной ее установки) имеет среднюю интенсивность износа. При эксплуатации мотоцикла без перестановки шин по колесам полный износ протектора произойдет в первую очередь у шины заднего колеса мотоцикла, в то время как износ шин переднего колеса и колеса коляски не достигнет и 50%.

Для обеспечения равномерного (в среднем) износа протектора и одновременного выхода всего комплекта

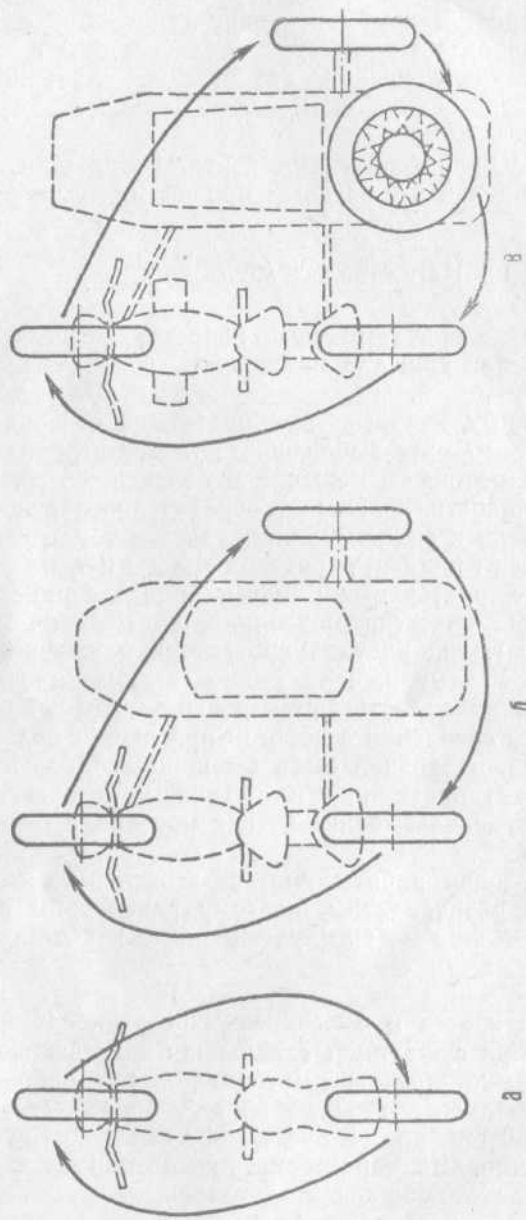


Рис. 29. Схема перестановки шин на мотоцикле:

а — мотоцикл-одиночка; б — мотоцикл с боковым прицепом без запасного колеса; в — мотоцикл с боковым прицепом с запасным колесом

шин из эксплуатации, т. е. для получения максимально возможного пробега комплекта шин на мотоцикле, необходимо периодически переставлять шины по колесам. Испытания показали, что наиболее рационально делать перестановку шин через каждые 2000—3000 км пробега.

На рис. 29 приведена схема перестановки шин для мотоцикла-одиночки и с боковым прицепом.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ШИН СПОРТИВНЫХ МОТОЦИКЛОВ

Влияние шин на эксплуатационные качества мотоцикла. Выбор шин для мотоцикла

Один из главных вопросов при подготовке мотоцикла к соревнованиям — это выбор шин, которые необходимо установить на мотоцикл. Решение его зависит от многих факторов: мощности двигателя, передаточного отношения от двигателя к заднему колесу, веса и конструкции мотоцикла, веса гонщика, характера трассы и т. п.

Основные характеристики шины, определяющие эксплуатационные качества мотоцикла, следующие: размер (габариты), тип рисунка протектора и конфигурация профиля. Учитывая, что лучшие эксплуатационные качества мотоцикла достигаются обеспечением шинами максимального сцепления с дорогой при любом положении мотоцикла, идеальной была бы шина, обладающая таким рисунком протектора и профилем, которые исключали бы проскальзывание и снос мотоцикла относительно дороги.

Однако условия работы шин на спортивных мотоциклах очень разнообразны, поэтому рассмотрим подробнее влияние шин на эксплуатационные качества мотоцикла.

Шины для кросса и многодневных соревнований. В настоящее время существует следующая классификация кроссовых и многодневных мотоциклов (по рабочему объему двигателя): классы до 50 см³, до 125 см³, до 175 см³, до 250 см³, до 350 см³, до 500 см³ и до 750 см³.

Эксплуатационные характеристики мотоцикла в основном зависят от мощности двигателя.

Одна из важнейших характеристик мотоцикла — это его динамика — качество, зависящее от мощности и характеристики двигателя и передаточного отношения трансмиссии, т. е. от величины крутящего момента $M_{кр}$, подводимого к заднему колесу. Величина $M_{кр}$ должна быть больше момента сопротивления M_c качению шины по грунту и в то же время не должна его значительно превышать, т. е. $M_{кр} > M_c$.

В случае, если крутящий момент меньше момента сопротивления ($M_{кр} < M_c$), мотоцикл не сможет тронуться с места, а если крутящий момент много больше момента сопротивления ($M_{кр} > M_c$), то движение мотоцикла будет сопровождаться постоянной пробуксовкой колеса, что также снижает динамику мотоцикла, его устойчивость и управляемость.

Величина момента сопротивления зависит в первую очередь от площади контакта шины с грунтом, нагрузки на шипу, а также от момента инерции колеса с шиной и характера грунта.

Площадь контакта при прочих равных условиях (нагрузка на колесо, характер грунта и т. п.) определяется шириной протектора, т. е. габаритами шины.

В случае, если шина большего размера, чем допускает мощность двигателя, мотоцикл резко снизит свои динамические качества. Если же шина меньшего размера, то наряду с ухудшением динамики значительно снижается проходимость мотоцикла, так как постоянная пробуксовка колеса и более высокие удельные давления в зоне контакта шины с дорогой приводят к тому, что мотоцикл «проваливается», особенно в мягкий грунт (песок, грязь и т. п.).

Таким образом, решающее значение для обеспечения хороших эксплуатационных качеств мотоцикла имеет правильный выбор размера шины.

Однако современные кроссовые трассы по рельефу и характеру грунта очень различны. В настоящее время наиболее часто кроссы проводятся на «твердых» трассах — твердый или каменный грунт, песчаных, травянистых или заснеженных (зимние кроссы).

Такая «специализация» трасс практически исключает возможность успешного использования на различных трассах шин одного размера. Поэтому спортсмен в каждом отдельном случае, в зависимости от характе-

ра трассы, Должен варьировать как размером шин, так и типом рисунка протектора (речь идет о мотоцикле одной мощности — кубатуры).

Целесообразно на твердых и каменистых трассах применять шины большого (в пределах запаса мощности мотоцикла) размера. Такая шина, обладая достаточной площадью контакта и, следовательно, сцеплением с грунтом, обладает большей энергоемкостью, т. е. лучше (чем шина меньшего размера) поглощает динамические нагрузки, повышает устойчивость мотоцикла, предохраняет обод колеса от деформации. На твердых трассах рекомендуется устанавливать шины, рисунок протектора которых состоит из прямоугольных шашек.

На песчаных и других мягких трассах у шин значительно увеличивается контакт с грунтом, вследствие чего возрастает M_c . Нагрузка на двигатель увеличивается, что может привести к ухудшению динамики мотоцикла. В таких случаях нужно установить шину несколько меньшего размера и одновременно снизить в ней (по сравнению с твердой трассой) внутреннее давление. Это позволит, сохранив динамику мотоцикла, уменьшить удельное давление на грунт, а значит, избежать «проваливания» заднего колеса. Практика показала, что на мягких трассах хорошо зарекомендовали себя шины с комбинированным эластичным рисунком — прямоугольные шашки по центру беговой дорожки и конические по сухарям.

На зимних, заснеженных трассах, коэффициент сцепления шины с дорогой резко снижается. Поэтому на зимних кроссах целесообразно устанавливать на мотоцикл шины максимально большого (по возможности двигателя) размера, с очень эластичными элементами рисунка протектора, что дает возможность повысить сцепление со скользким грунтом с помощью увеличения площади контакта.

До сих пор речь шла о шинах, устанавливаемых на заднее колесо мотоцикла. Требования, предъявляемые к шине переднего колеса, несколько иные и определяются условиями его работы.

Шина переднего (ведомого) колеса должна обеспечивать хорошую управляемость мотоцикла, и устойчивость на поворотах, хорошо «держат дорогу», препят-

ствовать боковому сносу, иметь возможно меньшее сопротивление качению.

Перечисленные эксплуатационные качества шины переднего колеса обеспечиваются несколько более скругленным профилем и, значит, практически постоянным по величине контактом с дорогой; меньшей шириной профиля; хорошей самоочищаемостью рисунка протектора.

Для лучшей управляемости и уменьшения сопротивления качению радиус качения шины переднего колеса должен быть не меньше, чем у шины заднего колеса, т. е.

$$R_{\text{кпер}} \geq R_{\text{кзадн}}$$

В связи с этим из-за меньших геометрических размеров профиля поперечного сечения посадочный диаметр шин переднего колеса на 2-3 больше, чем у шины заднего колеса.

Большое значение для шин кроссовых мотоциклов имеет их способность к самоочищению рисунка протектора, поскольку от этого зависит проходимость мотоцикла.

Поэтому необходимо более подробно рассмотреть характер качения шин по грунту.

Качение шины по твердому грунту. Деформация почвы практически отсутствует. Сцепление шины с грунтом и передача крутящего момента осуществляется главным образом за счет сил трения в зоне контакта (рис- 30).

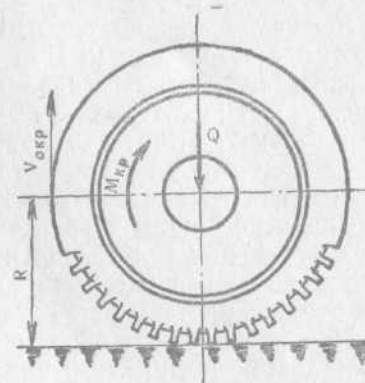


Рис. 30. Качение шины по твердому грунту

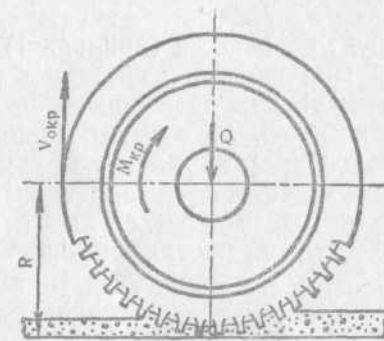


Рис. 31. Качение шины по грунту с твердым основанием и рыхлым верхним слоем

Качение шины по грунту с твердым, основанием, и рыхлым верхним слоем. Под действием радиальной нагрузки шина вдавливается в рыхлый слой грунта (рис. 31). При этом происходит уплотнение (сжатие) слоя в зоне контакта. Допустим, что при вдавливании шины элементы рисунка, раздвигая и уплотняя рыхлый слой, входят в контакт с твердым грунтом.

Сцепление шины с грунтом совершается с помощью двух видов сил: сил трения и плоскости контакта и сил зацепления, возникающих при взаимодействии элементов рисунка протектора с грунтом.

При вдавливании шины в грунт сжатие слоя происходит как по внешнему периметру контакта, так и внутри контакта (между элементами рисунка протектора). Часть грунта выдавливается под зоны контакта в стороны по поперечным канавкам — между рядами элементов рисунка. Оставшийся в зоне контакта уплотненный грунт сцепляется (прилипает) с элементами рисунка.

Под действием крутящего момента (случай ведущего колеса) при вращении колеса срезается грунт, заключенный между элементами рисунка, относительно слоя, находящегося в плоскости контакта.

Участок протектора шины, выходящий из контакта, захватывает срезанный грунт, находящийся между элементами рисунка и прилипший к ним.

Вращение колеса вызывает действие на прилипший к шине грунт центробежной силы.

Если величина центробежной силы больше сил сцепления прилипшего грунта с шиной, то грунт выбрасывается из межшашечного пространства, т. е. шина самоочищается.

Если большую величину имеют силы сцепления, шина не самоочищается и рассматриваемый участок протектора, проделав полный оборот, входит в контакт, практически не имея грунтозацепов. Из-за отсутствия сил зацепления сила сцепления шины с грунтом значительно уменьшается и величина ее зависит только от сил трения.

В этот момент тяговая сила на ведущем колесе может превысить силу сцепления, что приводит к пробуксовке колеса. Пробуксовка колеса сопровождается увеличением скорости его вращения (за счет уменьшения

момента сопротивления) и, следовательно, увеличением центробежных сил.

Если увеличение центробежных сил недостаточно для преодоления сил сцепления прилипшего грунта с шиной и рисунок не очистится, то мотоцикл будет двигаться за счет сил трения и только в том случае, когда тяговая сила, ограниченная по величине силой трения в контакте, окажется больше сил сопротивления движению. Если для преодоления сопротивления движению потребуется большая тяговая сила и эта тяговая сила превысит силу трения, колесо будет полностью пробуксовывать и движение мотоцикла прекратится.

Однако даже при очищении протектора при увеличенном числе оборотов колеса вследствие некоторой пробуксовки скорость движения мотоцикла значительно уменьшается, ухудшается приемистость, управляемость и т. и.

Очень важно, чтобы при самоочищении протектора отрывающиеся от шины частицы грунта не попадали под крыло колеса. Иначе грунт может прилипнуть к крылу и забить пространство между крылом и шиной, что приведет к дополнительным потерям мощности на трение между шиной и прилипшим грунтом и значительно ухудшит управляемость мотоциклом.

При забивании протектора грунтом масса последнего зависит от объема межшашечного пространства, т. е. от глубины рисунка протектора и расстояния между элементами. Чем больше этот объем, тем больше будет масса грунта и, следовательно, при постоянной скорости вращения колеса больше будет центробежная сила:

$$F = \frac{G_r V^2}{R},$$

где G_r — масса грунта;

V — окружная скорость вращения колеса;

R — радиус шины.

Таким образом, способность шины самоочищаться зависит при постоянной скорости движения и определенных механических свойствах грунта от разреженности и глубины рисунка протектора, т. е. чем более разрежен рисунок (меньше, его насыщенность) и выше его элементы (шашки), тем лучше будет самоочищаться шина.

С точки зрения самоочищаемости шина переднего колеса находится в худших условиях, чем шина заднего колеса. Это объясняется тем, что при качении ведомого (переднего) колеса величина центробежных сил, действующих на застрявший между элементами рисунка грунт, зависит только от поступательной скорости мотоцикла. Необходимо отметить, что действующая на переднее колесо толкающая сила может вызвать при низком коэффициенте трения в контакте и большом сопротивлении качению явление проскальзывания, при котором окружная скорость шины оказывается значительно меньше скорости поступательного движения мотоцикла, то есть, сравнивая скорости переднего и заднего колеса, получим:

Управляемость мотоцикла резко снижается, появляется опасность заноса и падения мотоцикла.

Значит, допуская примерно равную массу грунта, прилипшего к протектору передней и задней шин и близкие радиусы качения, получим сравнительную способность самоочищаемости шин переднего и заднего колес:

$$\frac{G_r V_{\text{пер}}^2}{R_{\text{кпер}}} < \frac{G_r V_{\text{задн}}^2}{R_{\text{кзадн}}}$$

где G_r — масса прилипшего к шине грунта;
 $V_{\text{пер}}$ — окружная скорость вращения переднего колеса;

$V_{\text{задн}}$ — окружная скорость вращения заднего колеса;

$R_{\text{кпер}}$ — радиус качения шины переднего колеса;

$R_{\text{кзадн}}$ — радиус качения шины заднего колеса.

Большое влияние на способность протектора к самоочищаемости и сцеплению с рыхлым грунтом оказывает расположение и конфигурация элементов его рисунка.

Практика показывает, что наиболее эффективно работают в мягких грунтах шины, элементы рисунка которых расположены рядами (в плоскости поперечного сечения шины) и имеют форму усеченного конуса или пирамиды, т. е. наклонные боковые грани. Это объясняется тем, что при вдавливании в мягкий грунт такие

элементы рисунка создают более высокие удельные давления, вследствие чего глубже проникают в рыхлый слой и быстрее входят в контакт с твердым грунтом. Кроме того, элементы рисунка с наклонными гранями способствуют более интенсивному выдавливанию сжимаемого грунта (эффект клина) в пространство между рядами шашек, а оттуда — в стороны от зоны контакта. Плотность сжимаемого в контакте грунта здесь будет несколько ниже, чем, например, при рисунке с прямыми, в шахматном порядке расположенными элементами. Следовательно, силы сцепления прилипающего грунта с шиной и между частицами грунта уменьшаются. Значит, для очищения рисунка требуется меньшая центробежная сила, т. е. самоочищаемость улучшается.

Качение шины по глубокому рыхлому грунту.

В этом случае, как и в предыдущем, сцепление шины с грунтом осуществляется за счет сил трения и зацепления. Однако при качении шины по глубокому мягкому грунту силы зацепления имеют большее значение, так как элементы рисунка не входят в контакт с твердым слоем грунта (рис. 32). В то же время общая сила сцепления здесь меньше.

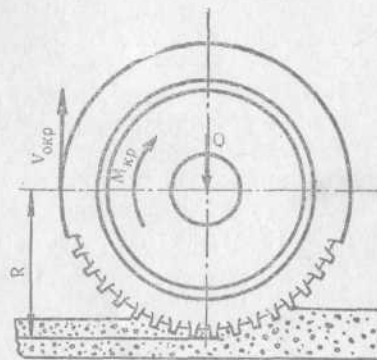


Рис. 32. Качение шины по глубокому рыхлому грунту

Наличие большой тяговой силы на колесе и, соответственно, больших касательных сил в контакте приводит к тому, что шина начинает пробуксовывать и зарывается в грунт. Самоочищение рисунка вызывает только более интенсивное «зарывание» шины. В то же время сопротивление движению увеличивается.

Поэтому для движения по мягкому грунту необходимо не только самоочищение рисунка протектора, но и как можно большая площадь контакта шины с грунтом. Увеличения контакта можно достигнуть значительным снижением давления воздуха в шине.

При большой площади контакта снижается удельное

давление на грунт, шина меньше «проваливается» и «зарывается».

Хотя при снижении давления в шине потери на качение в ней увеличиваются, общее сопротивление движению за счет меньшего «проваливания» уменьшается.

Кроме того, глубина колеи и степень сжатия грунта при «проваливании» шины зависят от времени деформации грунта. С увеличением скорости качения время деформации грунта и, следовательно, глубина колеи будет меньше, а значит значительно уменьшится сопротивление движению и улучшится самоочищаемость шины.

При движении мотоцикла по мягкому грунту заднее колесо катится по грунту, предварительно несколько уплотненному передним колесом. Поэтому заднее колесо испытывает несколько меньшее сопротивление движению.

В целях снижения сопротивления движению переднего колеса с одновременным улучшением тяговых возможностей мотоцикла целесообразно максимально снизить радиальную нагрузку на переднее колесо и увеличить ее на заднем колесе. Нагрузка, приходящаяся на заднее (ведущее) колесо, называется сцепным весом Q_{cu} .

Взаимное влияние на пробуксовку тяговой силы и нагрузки на ведущее колесо можно оценить коэффициентом сцепного веса K :

$$K = P_m / Q_{cu}$$

где K — коэффициент сцепного веса;

P_m — тяговая сила;

Q_{cu} — сцепной вес (нагрузка на ведущее колесо):

При отсутствии пробуксовки колеса коэффициент K равен коэффициенту сцепления. Значит, увеличением Q_{cu} можно увеличивать силу тяги до максимального значения при минимальной пробуксовке, т. е. улучшать проходимость мотоцикла.

Так, одним из приемов улучшения проходимости мотоцикла за счет увеличения сцепного веса является смещение центра тяжести мотоцикла в сторону заднего колеса. Это достигается тогда, когда спортсмен, используя удобную компоновку мотоцикла, при движении сме-

щается назад. Но наиболее наглядно, когда этим приемом пользуются спортсмены на мотоцикле с коляской: для увеличения сцепного веса спортсмен, постоянно находящийся в коляске, перемещает свой вес на заднее колесо мотоцикла.

Качение шины по сухому песку и сухому снегу. При «проваливании» шины уплотнения и прилипания к шине песка и снега не происходит, шины самоочищаются очень хорошо, однако легко «зарываются». Коэффициент буксования очень высок.

В связи с этим улучшить сцепные качества шины можно только путем снижения удельных давлений в контакте, т. е. уменьшением давления воздуха и применением шин с большой площадью контакта.

Все сказанное выше о шинах для кросса практически целиком может быть принято при выборе шин для многодневных соревнований. Некоторое отличие заключается в том, что на многодневных соревнованиях от шины требуется, кроме хороших эксплуатационных качеств, довольно высокая долговечность. Если длина кроссовой трассы составляет в среднем 20—30 км, то на многодневных соревнованиях шина должна выдерживать около 1500—2000 км пробега. Кроме того, трасса многодневных соревнований имеет большие участки дорог с различным качеством покрытия, в том числе с булыжным и асфальтированным. Следовательно, шины должны не только обеспечивать необходимые эксплуатационные качества при движении по бездорожью, но и иметь хорошее сцепление с твердым покрытием.

В связи с этим на мотоцикл для многодневных соревнований целесообразно устанавливать шины несколько большего размера (по сравнению с тем же классом кроссового мотоцикла) для увеличения сцепления с дорогой, большей сопротивляемости динамическим нагрузкам и повышения долговечности.

Учитывая, что двигатели спортивных мотоциклов подвергаются дополнительной форсировке самими спортсменами с целью увеличения мощности и степень форсировки, а следовательно, максимальная мощность двигателей в одном классе мотоциклов бывает различной, дать строгие рекомендации по комплектации мотоциклов шинами довольно трудно. В табл. 11 приведены ориентировочные рекомендации по установке шин на

ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОРТИВНЫХ ШИН МОТОЦИКЛОВ ДЛЯ
КРОССА И МНОГОДНЕВНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

| Обозначение
шины | Модель | Габаритные размеры
шины | | | Масса
шины
(с ка-
мерой)
не бо-
лее, кг | Максимальная
нагрузка и со-
ответствующее
ей давление | | Макси-
маль-
ная
ско-
рость,
км/ч | Обозначение

обода | Применение | |
|---------------------|--------|--|----------------------------------|-----------------|--|--|---|--|---------------------------|--|--|
| | | наруж-
ный диа-
метр, мм,
± 5 | ширина про-
филя, мм, ± 3 | | | нагруз-
ка на
шину,
кгс | давле-
ние в
шине,
кгс/см ² | | | класс мо-
тоцикла,
см ³ | на какое
колесо
устанав-
ливается |
| | | | по бо-
ковине | по ри-
сунку | | | | | | | |
| 70—534
(2,75—21) | Л-171 | 694 | 67 | 85 | 5,05 | 115 | 1,4 | 100 | 40E X 534
(1.6E X 21) | 50—175 | Переднее |
| 75—534
(3,00—21) | Л-172 | 705 | 70 | 90 | 5,80 | 120 | 1,4 | 120 | 47B X 534
(1.85B X 21) | 250—500 | Переднее |
| 85—484
(3,25—19) | Л-131 | 670 | 83 | 94 | 6,55 | 180 | 1,8 | 120 | 47B X 484
(1,85B X 19) | 125—175
750 | Заднее
Переднее |
| 90—484
(3,50—19) | Л-175 | 684 | 88 | 110 | 6,85 | 180 | 1,6 | 120 | 55B X 484
(2,15B X 19) | 350
750 | Заднее
Переднее |
| 95—484
(3,75—19) | Л-96 | 693 | 95 | 113 | 7,30 | 210 | 2,0 | 120 | 55B X 484
(2.15B X 19) | 750 | Заднее |

Продолжение

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|---------------------------|---------|--------|
| 85—459
(3,25—18) | Л-231* | 632 | 80 | 105 | 5,50 | 100 | 1,2 | 110 | 47B X 459
(1.85B X 18) | 50—125 | Заднее |
| 100—459
(3,75—18) | Л-229 | 663 | 92 | 120 | 7,00 | 110 | 1,2 | 130 | 55B X 459
(2Д5В X 18) | 175—500 | Заднее |
| 100—459
(3,75—18) | Л-230* | 667 | 93 | 120 | 7,00 | 125 | 1,2 | 130 | 53B X 459
(2Д5В X 18) | 175—500 | Заднее |
| 115—459
(4,25—18) | Л-217А* | 688 | 106 | 132 | 8,20 | 165 | 1,2 | 130 | 55B X 459
(2.15B X 18) | 250—750 | Заднее |

* Готовится к серийному производству.

Мотоциклы для кросса и многодневных соревнований 8 зависимости от класса двигателей.

Шины для шоссейно-кольцевых гонок. Классификация мотоциклов для шоссейно-кольцевых гонок практически не отличается от классификации мотоциклов для кроссовых и многодневных соревнований: классы до 50 см³, до 125 см³, до 175 см³, до 250 см³, до 350 см³, до 500 см³, до 650 см³.

Двигатели гоночных мотоциклов имеют более высокую мощность, чем двигатели кроссовых мотоциклов (в одних и тех же классах), а характер трассы позволяет развивать на гоночных мотоциклах очень высокие скорости.

В свою очередь максимальная скорость мотоцикла и его способность к быстрому разгону в значительной степени зависят от размера применяемых шин.

Учитывая, что мотоцикл движется за счет силы тяги P_m , возникающей под действием подводимого к ведущему колесу крутящего момента $M_{кр}$ и зависящей от радиуса качения R_k (следовательно, от размера шины), рассмотрим тяговый баланс мотоцикла.

При движении по прямой с некоторым ускорением общее сопротивление движению мотоцикла будет равно сумме сопротивлений:

$$P_{\text{общ}} = P_d + P_v + P_p,$$

где P_d — сопротивление дороги;
 P_v — сопротивление воздуха;
 P_p — сопротивление разгону.

Поскольку все сопротивления движению мотоцикла преодолеваются тяговым усилием на ведущем колесе, уравнение тягового баланса будет иметь вид:

$$P_t = P_{\text{общ}} = P_d + P_v + P_p$$

В случае установившегося движения (движение без ускорения) получим:

$$P_t = P_d + P_v,$$

$$P_d = P_t - P_v \text{ (избыточная сила тяги).}$$

На рис. 33 в координатах $P-V$ дан график избыточной силы тяги. Из графика видно, что максимальное

значение сопротивления движению соответствует наибольшему значению избыточной силы тяги (точка a касания прямой P_d и кривой $P_m - P_v$). Координаты точки a дают максимальные значения скорости движения и величины избыточной силы тяги.

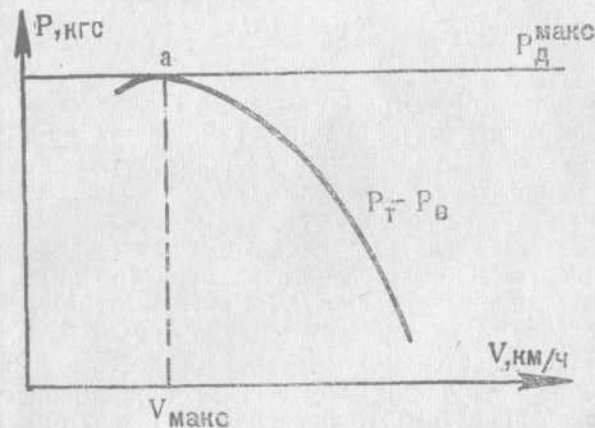


Рис. 33. Характер графика избыточной силы тяги

Очевидно, величина избыточной силы тяги будет иметь максимальное значение (при постоянных условиях движения — обтекаемость мотоцикла, сила ветра и т. п.) при наибольшем значении тягового усилия на ведущем колесе.

Ранее было показано:

$$P_t = \frac{M_{кр}}{R_k},$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент на колесе;
 R_k — радиус качения шины;

$$M_{кр} = M_{дв} \cdot i_k \cdot i_r \cdot \eta,$$

где $M_{дв}$ — крутящий момент на коленчатом валу двигателя;

i_k — передаточное отношение коробки передач;

i_r — передаточное отношение главной передачи;

η — к. п. д. силовой передачи.

Тогда

$$P_T = \frac{M_{дв} \cdot i_k \cdot i_r \cdot \eta}{R_k}$$

Учитывая, что $M_{дв} = 716,2 \frac{N_{дв}}{n_{дв}}$, получим:

$$P_T = \frac{716,2 N_{дв} \cdot i_k \cdot i_r \cdot \eta}{R_k \cdot n_{дв}}$$

где $n_{дв}$ — число оборотов коленчатого вала двигателя.

Допустим, что мотоцикл имеет мощность двигателя $N_{дв}$, развивает максимальную скорость $V_{макс}$ при числе оборотов двигателя $n_{дв}$, причем в этом случае тяговое усилие на ведущем колесе P_m .

При установке на этот же мотоцикл на заднее (ведущее) колесо шины большего размера (по диаметру) увеличится радиус качения R_k . Крутящий момент $M_{кр}$ в этом случае сможет развить силу тяги $P_m < P_T$ и, следовательно, снизится максимальная скорость движения.

Установка же шины меньшего размера приводит к появлению запаса избыточной силы тяги, поэтому максимальной скорости можно достигнуть, но увеличением числа оборотов двигателя. Однако в этом случае обороты двигателя могут превысить свое максимально допустимое значение, что вызовет его разрушение. Кроме того, большой запас избыточной тяговой силы приводит к повышенному проскальзыванию в зоне контакта шины с дорогой, а следовательно, к ухудшению устойчивости мотоцикла.

Если при установке меньшей по размеру шины оптимальные динамические параметры мотоцикла можно восстановить изменением (уменьшением) передаточных отношений коробки перемены передач (КПП) — i_k и главной передачи — i_r , то при установке шины большего размера изменением передаточного числа можно восстановить только максимальную скорость.

Большое влияние на динамические качества мотоцикла, особенно на его приемистость, оказывает масса шины.

При разгоне мотоцикла общая сила сопротивления разгону равна сумме сил:

$$P = P_l + P_{jm} + P_{jk}$$

где P_l — сила инерции мотоцикла;
 P_{jm} — сила, затрачиваемая на разгон маховика и вращающихся деталей сцепления;
 P_{jk} — сила, затрачиваемая на ускорение вращения колес.

$$P_{jk} = \frac{I_k^{пер}}{R_k^{пер}} \cdot \frac{d\omega_k^{пер}}{dt} + \frac{I_k^{задн}}{R_k^{задн}} \cdot \frac{d\omega_k^{задн}}{dt},$$

где $I_k^{пер}$, $I_k^{задн}$ — моменты инерции переднего и заднего колес;

$R_k^{пер}$, $R_k^{задн}$ — радиусы качения переднего и заднего колес;

$\frac{d\omega_k^{пер}}{dt}$, $\frac{d\omega_k^{задн}}{dt}$ — угловые ускорения колес.

При условии, что

$$R_k^{пер} = R_k^{задн} = R_k \text{ и } \frac{d\omega_k^{пер}}{dt} = \frac{d\omega_k^{задн}}{dt} = \frac{d\omega_k}{dt},$$

получим:

$$P_{jk} = \frac{I_k^{пер} + I_k^{задн}}{R_k} \cdot \frac{d\omega_k}{dt}$$

Поскольку $\frac{d\omega_k}{dt} = \frac{a}{R_k}$ и $I_k = \frac{GD^2}{4}$, получим:

$$P_{jk} = \frac{[(GD^2)_{пер} + (GD^2)_{задн}] \cdot a}{4R_k^2},$$

где a — ускорение мотоцикла;

G — масса колеса с шиной, приведенная к ободу;

D — диаметр колеса, приведенный к ободу.

Из формулы видно, что масса шины существенно влияет на величину силы, определяющей ускорение вращения колес. Чем меньше масса шины, тем меньше потребуется сила P_{jk} и, значит, меньше будет общее сопротивление разгону.

Таким образом, из вышеизложенного ясно, что габариты и масса шин оказывают существенное влияние на динамические качества мотоцикла. Особенно важно это для гоночных мотоциклов. В табл. 12 даны основные характеристики шин мотоциклов для ШКГ и рекомендации по их применению.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОРТИВНЫХ ШИН МОТОЦИКЛОВ ДЛЯ ШКГ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

| Обозначение
шины | Модель | Габаритные
размеры | | Масса
шины
(с ка-
мерой)
не бо-
лее, кг | Максимальная
нагрузка и со-
ответствующее
ей давление | | Макси-
маль-
ная
ско-
рость,
км/ч | Обозначение
обода | Применение | |
|-----------------------|--------|--|--|--|--|--|--|---------------------------|------------------------------|--|
| | | наруж-
ный диа-
метр,
мм, ± 5 | ширина
про-
филя,
мм, ± 3 | | нагруз-
ка на
шину,
кгс | давле-
ние в
шине
кгс/см ² | | | класс мо-
тоцикла,
смЗ | на какое
колесо ус-
танавли-
вается |
| 65—484
(2,50—19) | Л-168 | 620 | 60 | 3,95 | 110 | 2,0 | 160 | 40E X 484
(1.6E X 19) | 50—125 | Переднее
заднее |
| 75—484
(3,00—19) | Л-169 | 643 | 75 | 4,50 | 130 | 2,0 | 170 | 47B X 484
(1.85B X 19) | 125—175 | Заднее |
| 75—484
(3,00—19) | Л-170 | 643 | 76 | 4,50 | 130 | 2,0 | 170 | 47B X 484
(1.85B X 19) | 175—350 | Переднее |
| 85—484
(3,25—19) | Л-179 | 663 | 84 | 5,15 | 135 | 2,0 | 170 | 47B X 484
(1.85B X 19) | 350 | Заднее |
| 100—405*
(3,75—16) | Л-222 | 600 | 108 | 5,40 | 165 | 2,5 | 190,0 | 70C X 406
(2.75C X 16) | 350—650
с коляс-
кой | Любое |

* Готовится к серийному производству.

Некоторые особенности эксплуатации спортивных шин

Условия эксплуатации спортивных шин существенно отличаются от эксплуатации дорожных шин. Очень высокие скорости движения, частые интенсивные торможения и разгоны, а следовательно, передача шиной больших тормозных и крутящих моментов, постоянные заносы мотоцикла — все это приводит к значительному по величине и практически постоянному проскальзыванию шины относительно дороги. Вследствие столь интенсивного проскальзывания очень быстро изнашивается рисунок протектора шин для ШКХ и кросса.

Испытания показали, что шины для ШКХ, например, на мотоцикле с коляской выходят из эксплуатации по износу в среднем через 150—300 км пробега, т. е. их срок службы меньше пробега дорожных шин в 100—200 раз. В большинстве случаев спортивные шины снимают с эксплуатации, не допуская полного износа рисунка протектора. Это объясняется следующим.

Во-первых, эксплуатация шин для ШКХ на высоких скоростях и особенно по влажному покрытию требует надежного сцепления шины с дорогой. При износе рисунка выше 80% сцепные качества значительно ухудшаются и, следовательно, эксплуатация становится небезопасной, так как значительно увеличивается вероятность заноса мотоцикла на повороте или юза при торможении.

Во-вторых, уже при незначительном износе кромок элементов рисунка эксплуатационные качества кроссовой шины несколько снижаются. При износе рисунка 60—70% эксплуатационные качества шин значительно ухудшаются, так как вследствие уменьшения высоты шашек и скругления их граней снижается сцепление шины с грунтом, колесо больше буксует, из-за чего динамика мотоцикла и его проходимость и устойчивость становятся неудовлетворительными. Такие шины (с большим износом протектора) целесообразно использовать только для тренировок начинающих спортсменов.

Все спортивные шины рассчитаны на определенную радиальную нагрузку, соответствующую техническим параметрам мотоциклов, для установки на которые они предназначены. Для каждой шины определена величина внутреннего давления, зависящая от нагрузки на

шину. Однако каждый опытный гонщик индивидуально корректирует внутреннее давление, исходя из оценки эксплуатационных качеств мотоцикла. Так, при движении по мокрому покрытию давление в гоночных шинах целесообразно снижать на 0,2—0,4 кгс/см². Это дает возможность, несмотря на некоторое увеличение сопротивления качению, повысить сцепление шины с мокрой дорогой.

Во время кросса для улучшения проходимости мотоцикла величина давления в шине изменяется в более широких пределах и зависит от характера трассы — песок, мягкий грунт, снег и т. д. Например, в зимнем кроссе (заснеженная трасса с участками льда) давление в шинах снижается до 0,8—1,0 кгс/см² — в заднем колесе, 0,5—0,6 кгс/см² — в переднем колесе.

В отличие от дорожных шин эксплуатация спортивных шин на пониженном давлении не вызывает выхода

шин из строя из-за разрушения каркаса, так как раньше наступает износ протектора (каркас «не успевает» разрушиться).

Следует иметь в виду, что вследствие эксплуатации спортивных шин при пониженном давлении возможно проворачивание шины относительно обода. Это происходит при действии на шину крутящего и тормозного моментов. При проворачивании шины вентиль камеры втягивается внутрь, что приводит к его вырыву и быстрой потере давления.

В целях предотвращения проворачивания для закрепления шины на ободу используются специальные приспособления — «барашки». Схема установки «барашки» показана на рис. 34.

«Барашек» состоит из «пятки», имеющей конфигурацию, близкую к профилю обода, и резьбового стержня. «Барашек» заводится внутрь покрышки при монтаже. При затягивании гайки «пятка» распирает борта

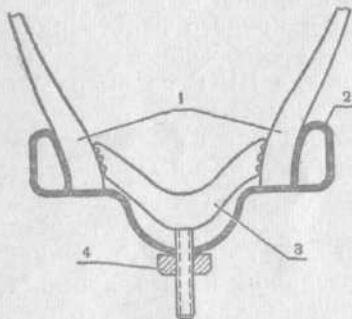


Рис. 34. Схема установки «барашка»:

1 — борта шины; 2 — обод; 3 — «барашек»; 4 — зажимная гайка

покрышки и надежно прижимает их к ободу. Для уменьшения дисбаланса колеса «барашек» закрепляют напротив вентиля камеры.

Необходимо отметить, что даже при эксплуатации шин при нормальном давлении вследствие некоторого уменьшения давления при отсутствии «барашка» может также происходить проворачивание шины относительно обода. Учитывая это, во избежание вырыва вентиля целесообразно контргайку, прижимающую вентиль к ободу, или не устанавливать вообще, или накрутить ее только на первые нитки резьбы корпуса вентиля.

УХОД ЗА ШИНАМИ, ИХ РЕМОНТ И ХРАНЕНИЕ

ДЕМОНТАЖ И МОНТАЖ ШИН

При эксплуатации мотоцикла довольно часто возникает необходимость демонтажа и монтажа шин — при замене или ремонте камеры, замене покрышки, ремонте колес, перестановке шин по колесам (если колеса невзаимозаменяемы) и т. п. Для этого в комплекте инструмента мотоциклов всех марок имеются специальные шиномонтажные лопатки — монтировки (рис. 35), часто дополнительно используют молоток.

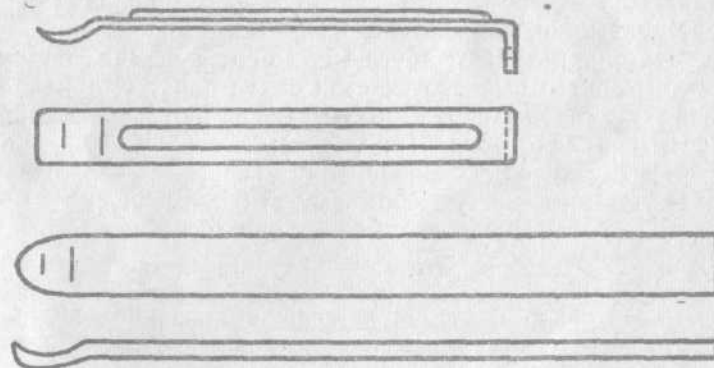


Рис. 35. Монтировки, применяемые для монтажа мотоциклетных шин

Все операции, связанные с демонтажом и монтажом шин, требуют определенных навыков и аккуратности. Опытные водители, в первую очередь мотоспортсмены, затрачивают на все монтажные операции несколько минут.

Конструкция современных мотоциклетных ободьев с увеличенной глубиной седла значительно облегчает все демонтно-монтажные операции.

Демонтаж шин. Для снятия шины с обода в гараже или в дорожных условиях необходимо выполнить следующие операции:

- подготовить место для демонтажа. Оно должно быть чистым, рабочий участок желательно накрыть плотной материей, дерматином и т. п., чтобы избежать попадания грязи в подшипники колеса и масла или других нефтепродуктов на шину;

- снять с мотоцикла колесо и положить его на рабочую площадку;

- отвинтить предохранительный колпачок и с помощью специального ключа на колпачке вывернуть из вентиля камеры золотник;

- убедившись, что воздух из камеры вышел, нажатием рукоятки молотка, тупого конца монтажной лопатки (изготовления Ирбитского или Киевского завода) или ногами сдвинуть по очереди оба борта покрышки к середине обода и утопить вентиль внутрь шины;

- демонтаж покрышки начинать со стороны вентиля. Для этого завести две монтажные лопатки под борт покрышки, расположив их по обе стороны вентиля на расстоянии друг от друга 10—15 см, и сначала одной, а затем другой зывести участок борта наружу, одновременно утапливая борта покрышки с противоположной стороны в седло обода (рис. 36,а);

- вынуть одну монтировку (другой удерживать борт) и таким же способом вывести наружу еще один участок борта. После этого весь борг легко переводится через закраину обода;

- удалить из покрышки камеру;

- поставить колесо с покрышкой вертикально, надавить на него вниз и одной монтировкой оттянуть верхнюю часть покрышки от обода. Затем легким постукиванием молотка по борту полностью снять покрышку с обода (рис. 36,б).

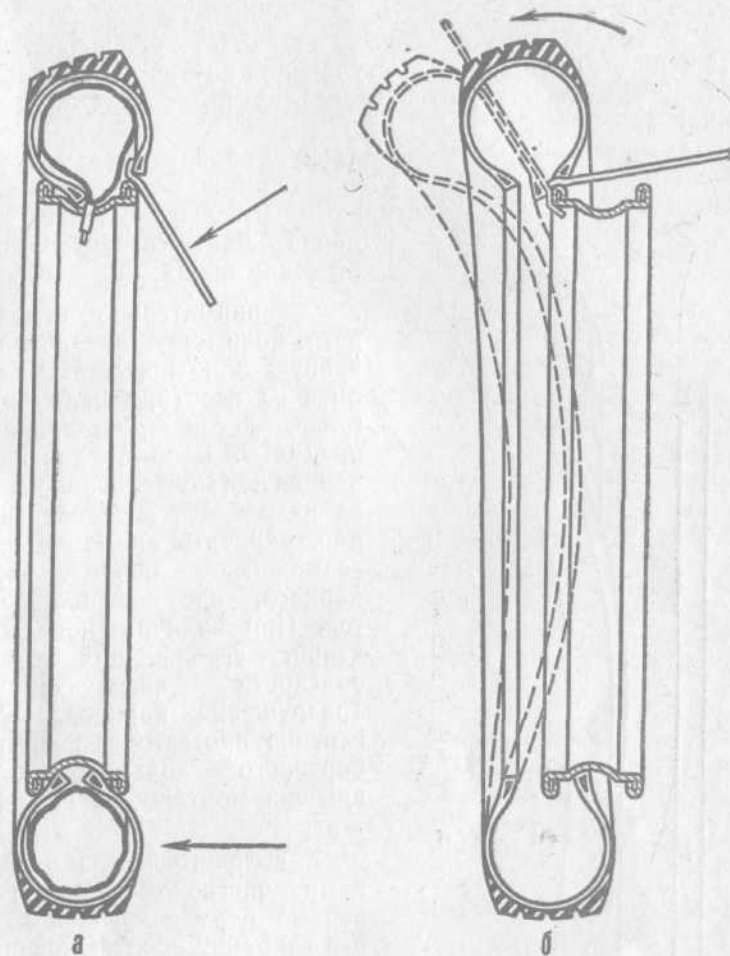


Рис. 36. Демонтаж мотоциклетной шины с обода: а — первого борта (начало демонтажа); б — окончание

Монтаж шин. На мотоциклетных заводах в условиях массового поточного производства монтаж шин осуществляется на специальных монтажных станках.

В гараже или в дорожных условиях монтаж шин следует производить в следующем порядке:

- подготовить рабочее место (так же, как и при демонтаже);

— убедиться, что колесо не имеет повреждений: трещин, деформаций и выступающих внутрь обода спиц. Если спицы выступают из ниппелей, их необходимо запилить;

— надеть на обод специальную ободную ленту, предохраняющую камеру от повреждений об острые кромки ниппелей, совместив вентиляльные отверстия ленты и обода. Ленту отцентрировать по седлу обода;

— внимательно осмотреть покрышку, предназначенную для монтажа. Удалить из нее (при наличии) грязь, песок, посторонние предметы. Если предназначенная для монтажа покрышка находилась в эксплуатации, обратить внимание на возможные повреждения каркаса, протектора, бортов. При наличии повреждений, угрожающих безопасности эксплуатации (разрушение каркаса, отслоение протектора, разрыв бортового кольца), покрышка монтажу не подлежит;

— положить колесо и руками частично перевести первый борт покрышки через закраину обода. Окончательный монтаж первого борта произвести монтировками (рис. 37);

— вложить в покрышку заранее проверенную, слегка поддутую (во избежание образования складок) камеру, предварительно проверив надежность затяжки гайки вентиля;

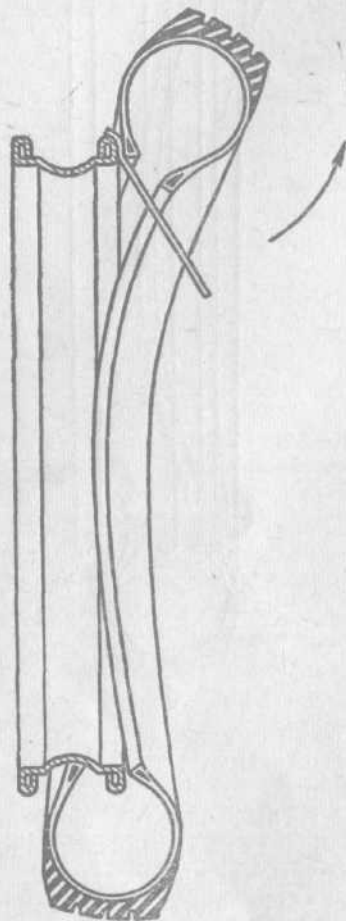


Рис. 37. Монтаж мотоциклетной шины на обод

— вентиль завести в отверстие в ободу;
— перевести через закраину обода второй борт покрышки (обязательно со стороны, противоположной вентилю);

— закончить монтаж с помощью монтировок, стараясь не повредить камеру в районе вентиля;

— несколько утопить вентиль внутрь покрышки во избежание защемления камеры между бортом покрышки и ободом;

— поддуть шину насосом. Убедиться в том, что покрышка правильно и по всей окружности села на обод (по контрольной кольцевой риске на покрышке);

— установить в шине давление в соответствии с нагрузкой на колесо;

— проверить, нет ли утечки воздуха через золотник вентиля, предварительно подтянув его ключом колпачка. Навернуть колпачок.

При монтаже и демонтаже шин категорически запрещается прикладывать к монтировкам чрезмерно большие усилия, так как это может привести к разрыву бортового кольца.

РЕМОНТ ШИН

Ремонт мотоциклетных шин осуществляется в стационарных условиях и в пути. В стационарных условиях ремонт шин производится в специализированных мотоциклетных хозяйствах, в которых имеется значительный парк мотоциклов. В основном это спецмотобазы, в которых мотоциклы применяются для перевозки небольших грузов (до 200 кг) и мотобазы Государственной автомобильной инспекции. В обоих случаях используются мотоциклы с колясками производства Ирбитского и Киевского мотозаводов.

В каждом крупном мотоциклетном хозяйстве имеется шиноремонтный участок, оборудованный приспособлениями для горячей вулканизации и другого ремонта шин.

В дорожных условиях шины ремонтирует водитель мотоцикла.

Наиболее часто встречающееся повреждение мотоциклетных шин — это прокол или другое повреждение камеры. Водителю мотоцикла прежде всего необходимо своевременно обнаружить повреждение. Как правило,

при проколе камеры давление воздуха в ней падает постепенно. Мотоцикл при уменьшении давления в шине хуже управляется, его начинает «водить», и опытный водитель почувствует это даже при небольшом падении давления. Следует плавно остановить мотоцикл, не прибегая к торможению колеса, шина которого имеет прокол. Торможение колеса с поврежденной шиной вызывает проворот шины относительно обода, и вентиль может быть вырван из камеры. В этом случае, а также когда водитель не сумеет вовремя обнаружить прокол и будет некоторое время ехать на шине с очень низким давлением, часто происходит разрушение покрышки — ее боковины. Причем даже незначительное повреждение боковины — оголение и незначительное разрыхление нитей корда — в дальнейшем явится причиной преждевременного выхода камеры из строя из-за перетирания ее стенок.

После остановки мотоцикла необходимо:

- снять колесо;
- размонтировать покрышку, пользуясь специальными монтажными лопатками, прилагаемыми в комплект инструмента;
- вытащить поврежденную камеру.

При наличии запасной камеры (или запасного колеса) поврежденную камеру рекомендуется ремонтировать при возвращении в гараж. Если поврежденную камеру необходимо отремонтировать на месте, надо сделать следующие операции:

- внимательно осмотреть покрышку (со стороны протектора и изнутри) и удалить предмет, вызвавший повреждение камеры;
- убедиться, что не повреждено место крепления вентиля к камере;
- при помощи насоса подкачать камеру, определить место прокола и обозначить его.

Часто оказывается, что падение давления в шине произошло в результате утечки воздуха в месте крепления металлического вентиля (из-за слабой затяжки гайки) или через неплотно завинченный, а возможно поврежденный золотник. В этом случае гайку (или золотник) нужно затянуть. Поврежденный золотник заменить;

— подготовить для ремонта имеющийся в мотоаптечке ремкомплект для заклеивания камеры — резиновые заплатки, резиновый клей, наждачную бумагу (или терку).

Резиновые заплатки должны быть проложены целлофаном для предохранения от загрязнения и замасливания;

— аккуратно вырезать заплатку необходимого размера;

— протереть ремонтируемый участок камеры чистым бензином;

— наждачной бумагой или теркой тщательно зачистить участок камеры в месте повреждения;

— вторично протереть зачищенный участок камеры чистым бензином и смазать тонким слоем резинового клея;

— предварительно сняв целлофан с одной стороны заплатки, также зачистить ее, протереть бензином и смазать клеем;

— дать клею просохнуть в течение 10—15 мин и вторично нанести слой клея;

— после вторичной сушки аккуратно наложить заплатку, тщательно прижать ее и выдержать в таком состоянии в течение 15—20 мин.

После этого отремонтированную камеру можно монтировать.

Если при осмотре камеры окажется, что вентиль вырван полностью или произошло частичное разрушение резины в месте его крепления, ремонт следует производить в следующем порядке (в дорожных условиях можно ремонтировать только камеры, снабженные металлическими вентилями типов УК и МК):

— отвернуть гайку, закрепляющую вентиль в камере, снять шайбу (случай частичного вырыва вентиля);

— аккуратно, стараясь не увеличить повреждение камеры, вытащить вентиль из камеры;

— заклеить заплаткой вентиляльное отверстие и поврежденный участок камеры (порядок тот же, что и при ремонте проколов);

— на расстоянии не меньше 20 см от отремонтированного места вырезать по центру бандажной части камеры отверстие диаметром 4—6 мм;

— аккуратно, не разорвав отверстия, завести пятку вентиля внутрь камеры;

— надеть шайбу (обязательно вогнутой стороной к камере) и тщательно закрутить гайку.

Такой, так называемый «холодный», ремонт камер — крайняя и временная мера, так как заплатка может отклеиться от нагрева и деформации шины при качении. Поэтому рекомендуется иметь с собой в пути, особенно при дальних поездках, дорожный вулканизатор и пользоваться им в соответствии с прилагаемой к нему инструкцией.

Покрышки с кольцевым разрушением боковины по всей окружности вследствие езды при пониженном давлении ремонту не подлежат. При незначительном местном разломачивании или разрушении нитей корда как временная мера (только при необходимости доехать до гаража) допускается применение резиновых или чеферных (прорезиненная ткань, прикладывается в мотоаптечку) манжет. Манжету нужно вырезать в соответствии с размером ремонтируемого участка покрышки и наклеить в той же последовательности, что и заплатку на камеру.

При помощи манжет допускается только временный дорожный ремонт покрышек, имеющих небольшие, длиной не более 1—2 см, сквозные механические повреждения.

Категорически запрещается отремонтированные при помощи манжет покрышки устанавливать на переднее колесо, так как это может привести к аварии.

Во всех случаях после ремонта покрышек при помощи временных манжет скорость движения на них должна быть значительно снижена, особенно в жаркую погоду. Эта мера вызвана следующими причинами: во время движения мотоцикла шина нагревается и подвергается динамическим нагрузкам. Отремонтированный при помощи манжет участок покрышки ослаблен и под действием нагрузок на шину и температуры во время движения возможно более обширное разрушение каркаса покрышки, сопровождающееся разрывом камеры. При мгновенном падении давления и движении на большой скорости мотоцикл теряет устойчивость, что может привести к аварии.

По этой же причине категорически запрещается ремонтировать и устанавливать на мотоцикл покрышки, имеющие сквозные повреждения больших, чем указано выше, размеров.

Покрышки даже с незначительными разрушениями каркаса, особенно сквозными, к дальнейшей эксплуатации не пригодны и в мотохозяйствах подлежат списанию и сдаче в утиль.

При неумелом монтаже шин на обод происходит частичный или полный разрыв проволок бортового кольца. Эксплуатация таких покрышек также недопустима, так как в этом случае при движении мотоцикла произойдет разбортовка покрышки, что может привести к аварии.

ХРАНЕНИЕ ШИН

От соблюдения правил хранения шин в значительной степени зависит срок их службы.

При хранении шин не на мотоцикле необходимо соблюдать следующие правила:

— покрышки и камеры следует защищать от попадания на них солнечных лучей;

— температура воздуха в помещении должна быть в пределах минус 10°—плюс 20° С, а относительная влажность — не выше 50—60%.

При длительном воздействии на шины солнечных лучей, высокой или низкой температуры в резине происходят необратимые процессы, ухудшающие ее физико-механические свойства;

— покрышки хранятся на стеллажах в вертикальном положении. Через каждые 2—3 месяца их необходимо поворачивать, меняя точку опоры. Это нужно для того, чтобы избежать остаточных деформаций в резине и корде. Хранить покрышки в штабелях не допускается;

— камеры надо хранить в поддутом виде — внутри покрышек или на вешалах с полукруглой полкой. При хранении на вешалах камеры периодически, через 1—2 месяца, следует поворачивать, чтобы предотвратить образование складок;

— покрышки и камеры должны находиться на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов, особен-

но батарей парового отопления, имеющих очень высокую температуру;

— в помещении для хранения шин нельзя размещать горюче-смазочные материалы (бензин, керосин, дизельное топливо, масла и другие нефтепродукты) и химикаты (кислоты, щелочи и т. д.).

При длительном хранении шин непосредственно на колесах мотоцикла необходимо мотоцикл поставить на колодки, а давление в шинах довести до 0,8—1 кгс/см².

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Предисловие | 3 |
| Общие сведения о мотоциклетных шинах | 5 |
| Конструкция шин | 5 |
| Классификация шин | 8 |
| Типаж шин | 12 |
| Ободья для шин | 15 |
| Материалы, применяемые для изготовления шин | 17 |
| Некоторые сведения о шинах новых конструкций | 22 |
| Элементы теории работы шин | 24 |
| Контакт шины с опорной поверхностью | 24 |
| Жесткостные характеристики шины | 27 |
| Сцепление шины с дорогой | 35 |
| Качение шины | 36 |
| Особенности работы шин на поворотах | 45 |
| Эксплуатация шин | 52 |
| Факторы, влияющие на долговечность шин дорожных мотоциклов | 54 |
| Эксплуатация шин спортивных мотоциклов | 66 |
| Уход за шинами, их ремонт и хранение | 85 |
| Демонтаж и монтаж шин | 85 |
| Ремонт шин | 89 |
| Хранение шин | 93 |
| Литература | 95 |

Рудольф Моисеевич Брудный

ШИНЫ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ И СПОРТИВНЫХ МОТОЦИКЛОВ

Редактор **Е. В. Ефремова**

Художественный редактор **Т. А. Хитрова**

Технический редактор **М. А. Медведева**

Корректор **М. П. Горбунова**

Г-53049 Сдано в набор 18/II-1974 г.

Подп. к печати 13/V-1974 г. Изд. № 2/6629

Формат 84×108^{1/32} Бум. типографская № 3

Тираж 35.000 экз. Цена 18 коп.

Объем физ. п. л. 3,0=5,04 усл. п. л.

Уч.-изд. л. 4,71

Изд-во ДОСААФ. 107066, Москва, Б-66,

Новорязанская ул., д. 26 Зак. 451

Отпечатано в Московской типографии № 24

Союзполиграфпрома

Москва, 121019, ул. Маркса—Энгельса, 14

Зак. 560