

УДК 621.7

## **Материалы литых тормозных барабанов**

Студент гр.104313 Босяков К.Г.

Научный руководитель – Курбатов М.И.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Прежде чем говорить про материалы, которые используются для изготовления тех или иных отливок, следует проанализировать условия их работы, учесть все вредные влияния, которым они будут подвержены. Какие же вредные воздействия могут оказывать влияние на работу отливки типа «Тормозной барабан» «Тормозной диск»? Принцип действия тормозной системы основан на трении между тормозной колодкой и тормозным диском, барабаном. Так как автомобили обладают большим весом и достигают высоких скоростей, при торможении возникают значительные силы трения, кинетическая энергия

преобразуется в тепловую, и происходит значительное нагревание наших отливок. Поэтому материал должен быть во первых термостойкий, а во вторых обладать высокой теплоемкостью и теплопроводностью для отвода тепла в окружающую среду, во избежание коробления диска. В общем виде требования к материалу барабанов(дисков) можно сформулировать следующим образом:

1. Материал должен обладать прочностью при высоких температурах, термоциклической стойкостью;

2. Усталостная прочность материала при повышенной температуре должна обеспечивать безаварийную работу в течение всего срока службы;

3. Материал должен иметь высокую твердость при комнатной и повышенной температурах. Твердость при повышенных температурах, является показателем сопротивляемости сплава пластическому деформированию;

4. Используемый материал должен иметь высокую теплоемкость и теплопроводность, коррозионную стойкость, быть достаточно дешевым и технологичным.

Наиболее часто в качестве материала используют чугун. Чугун обладает хорошими фрикционными свойствами, и не высокой стоимостью производства. Наряду с этими преимуществами, чугун имеет ряд существенных недостатков, которые ограничивают его использование в некоторых типах транспортных средств – спортивных машинах и мотоциклах. При регулярных интенсивных торможениях, вызывающих значительное повышение температуры (400 °С и выше), возможно коробление диска, а если на его перегретую в таких режимах поверхность попадает вода, например, из лужи, чугунный диск покрывается сетью трещин и иногда даже рассыпается. Кроме того, такие диски очень тяжелые, и после длительных стоянок их рабочая поверхность покрывается коркой ржавчины. Чтобы избежать этих недостатков, диски, в большей степени мотоциклетные и значительно реже автомобильные, начали делать из «нержавейки». Более слабые фрикционные свойства этого материала компенсировали увеличением диаметра дисков и их рабочей поверхности. Для изготовления этой ответственной детали тормозной системы используют и обычную сталь, которая, как и «нержавейка», не столь чувствительна к перепадам температур и обладает несколько худшими фрикционными свойствами, чем чугун.

В 70-е годы на спортивные машины начали устанавливать тормозные диски из углепластика – карбоновые. Преодолев период роста, карбоновые тормоза оставили своих металлических коллег далеко позади. Посудите сами: вес тормозного диска из карбона на порядок меньше металлического, коэффициент трения на порядок выше, а рабочий диапазон, ограничивающийся на обычных тормозах 500-600 С, здесь простирается далеко за отметку в 1000 С. Карбоновые диски не коробятся, а снижение неподрессоренных и вращающихся масс положительно сказывается на ходовых качествах автомобиля. Тем не менее путь к обычным дорожным автомобилям таким тормозам пока заказан. Стоимость комплекта карбоновых тормозов может достигать стоимости нового автомобиля малого класса, а нормально работать они начинают только после хорошего прогрева: до этого коэффициент трения тормозов даже ниже обычных! Нельзя забывать и об удобстве управления замедлением: если с традиционными тормозами все просто и понятно, то здесь контролировать замедление сверхсложно. Фактически в обычных условиях карбоновые тормоза будут аналогом переключателя «ехать/стоять».

Более радужные перспективы в автомобилестроении имеют керамические тормоза. Они не имеют такого ошеломляющего коэффициента трения, как карбоновые, но обладают целым рядом преимуществ. У керамики гораздо больше возможностей, чем у металла или различных композитов. Этот материал отличается отличной устойчивостью к высоким температурам, высокой стойкостью к коррозии и износу, небольшой удельной массой и высокой прочностью. Но это еще не все. Керамические тормозные диски, в сравнении аналогичным деталями из серого чугуна легче на 50%. Вес, например, керамического тормозного диска PORSCHE 911 в два раза легче обычного, значит, меньше и неподрессоренные массы, а следовательно, и нагрузка на подвеску. Уменьшается и так называемый гироскопический эффект, когда вращающееся с большой скоростью тело сопротивляется смене направления вращения. Кроме того, применение керамики позволяет увеличить на 25% коэффициент трения, а заодно резко повысить эффективность торможения в горячем состоянии. Еще одно преимущество – невероятная долговечность. Керамические диски обычно не требуют замены на протяжении 300 000 км. К сожалению, есть и недостатки. Во-первых, холодные керамические диски хуже останавливают машину, чем холодные тормозные диски из металла. Во-вторых, керамика плохо работает при очень низких температурах. В третьих, такие диски при работе неприятно скрипят. И, наконец, в четвертых, цена у них ну просто непомерная.

В мире больших скоростей, в автоспорте используются диски на основе углеволокна (carbon fiber composite). Такие тормоза значительно легче своих чугунных собратьев и работают очень эффективно. Однако карбоновые тормоза работают лишь при очень высоких температурах. То, что для обычных стальных или чугунных дисков может считаться экстремально высокой температурой, для карбоновых дисков – нормальное рабочее состояние. То есть на обычных автомобилях в обычных условиях эксплуатации такие тормоза просто не будут работать – не успеют разогреться. По этой причине применение углепластиковых композитов в тормозах ограничивается болидами Формула-1 и автомобилями, участвующими в других подобных гонках. Да и цена подобных изделий не маленькая.