

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ САМОХОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

**Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь**

Надежность тормозных систем самоходных сельхозмашин складывается из следующих признаков: долговечность, безотказность в работе, безаварийность, стабильность действия (способность длительно работать без снижения исходных параметров и выдерживать перегрузки), малый объем операций и простота обслуживания и ухода, живучесть (способность при частичных повреждениях продолжать некоторое время работу хотя бы на сниженных режимах), устранимость повреждений (сохранение ремонтпригодности), большие межремонтные сроки и малый объем ремонтных работ (если ремонт вообще предусматривается). Из-за многообразия этих признаков установить единый критерий надежности затруднительно.

Чаще всего при ее определении исходят из понятия отказа тормозной системы, т.е. любой вынужденной остановки сельхозмашины из-за неисправности тормозной системы. Различают отказы, вызванные конструктивными и технологическими дефектами, неправильной эксплуатацией и случайные.

Под неправильной эксплуатацией понимают небрежный уход за тормозной системой, нарушение правил эксплуатации, несоблюдение установленных режимов (перегрузки), ошибки в последовательности операций управления, несоблюдение правил техники безопасности и др. Следует отметить, что большинство таких отказов можно с полным основанием отнести за счет конструктивных дефектов. Условия правильной эксплуатации тормозной системы должны быть заложены в ее конструкции. Необходимо обеспечить ее надежную работу даже при недостаточно квалифицированном обслуживании. Субъективный фактор в обслуживании и управлении, особенно в отношении тормозного привода на новых сельхозмашинах, следует по возможности исключить, а операции ухода сводить к минимуму. Устранению подлежат периодические операции регулирования, которые при недостаточно внимательном обслуживании могут стать причинами преждевременного выхода тормозной системы из строя.

В комплексе мероприятий, обеспечивающих эксплуатационную надежность тормозных систем, большую роль играет автоматическая защита от случайных или преднамеренных перегрузок. В аварийных ситуациях, которые могут повлечь за собой выход из строя узлов трансмиссии, как например у сельхозмашин с гидромотор-колесами, наиболее целесообразна полная автоматизация управления процессом торможения машины.

Достичь высокой надежности тормозных систем сельхозмашин можно только с помощью комплекса конструктивных, технологических и организационно-технических мероприятий при производстве и эксплуатации. Наличие высокопроизводительных и эффективных контрольно-диагностических средств позволяет предложить новый метод обслуживания систем, обеспечивающих безопасность сельхозмашин, в целях достижения высокой вероятности их безотказной работы при минимальных затратах средств на его осуществление. Этот метод состоит в принудительном диагностировании технического состояния систем и их элементов, обслуживании и ремонте в объеме, выявленном при диагностировании, и принудительной замене элементов в случае достижения пре-

дельных значений выходных или структурных параметров. Это позволит предупредить возникновение как износных, так и внезапных отказов. Периодичность экспресс-диагностирования с достаточной точностью можно установить из кривой надежности, если задать определенный уровень безотказной работы при условии, что после каждого диагностирования полностью восстанавливается техническое состояние системы и надежность становится близкой к единице.

В условиях станций обслуживания сельхозтехники техническое состояние тормозов проверяют на барабанных стендах силовым или инерционным методом. Такие испытания имеют ряд преимуществ по сравнению с дорожными: благодаря применению стационарных измерительных приборов повышается точность результатов; возможна раздельная проверка каждого тормозного механизма; испытания безопасны на любой скорости; стандартные условия испытаний обеспечивают повторяемость результатов и сопоставимость данных, полученных в разное время; малые затраты труда и средств способствуют быстрой окупаемости стенда. Значения основных диагностических параметров - замедления и времени срабатывания - при проверке, тормозных систем на инерционных стендах рассчитываются по показаниям измерительных приборов или выводятся с помощью самописцев в виде тормозных диаграмм.

Для проверки тормозов в дорожных условиях применяют десселерографы, которые также выводят информацию о процессе торможения в виде тормозных диаграмм. Некоторые из этих устройств позволяют регистрировать не только продольные, но и поперечные ускорения сельхозмашины: "Recorder -999" (Великобритания), "Motometr" (ФРГ). По тормозной диаграмме (рис. 1, а) определяют значения диагностических параметров - максимального J_{\max} или установившегося $J_{\text{уст}}$ замедления, времени запаздывания τ_3 и нарастания τ_n замедления, полного времени торможения T . Сравнивая эти значения с нормативными, можно сделать вывод о работоспособности тормозного привода и механизма. Кроме того, диаграмма несет сведения о всех основных неисправностях тормозной системы (рис. 1, б). Нормальная тормозная диаграмма имеет вид неравнобедренной трапеции (1). При резком снижении тормозной силы, например из-за нарушения регулировки привода тормозного крана или замасливания накладок в тормозных механизмах сухого трения, высота диаграммы уменьшается, а длина увеличивается (2). Спад замедления от начала диаграммы к концу (3) в гидрообъемных прямого действия приводах чаще всего свидетельствует об утечке тормозной жидкости. Объясняется это следующим образом. Вначале, при резком нажатии на педаль скорость потока жидкости в магистралях велика и динамическое гидросопротивление в месте утечки создает противодействие, благодаря чему давление возрастает до максимума. Когда же педаль останавливается, скорость потока снижается до нуля, динамическое гидросопротивление исчезает, жидкость постепенно вытекает через неплотность, падают давление в системе и тормозной момент.

Если утечка происходит в рабочем тормозном цилиндре, встроенном в тормозной механизм сухого трения, жидкость попадает на поверхности трения, что вызывает резкое снижение коэффициента трения и, следовательно, тормозного момента (4). Большое время запаздывания (5) - показатель чрезмерных зазоров. Если τ_3 увеличено на всех диаграммах, соответственно велики зазоры в приводе, например между штоком и поршнем главного тормозного цилиндра. Его увеличение на одной из диаграмм свидетельствует об увеличенном зазоре между парами трения в тормозе, чрезмерное увеличение - о резком уменьшении проходного сечения тормозной магистрали (засорена или смята трубка).

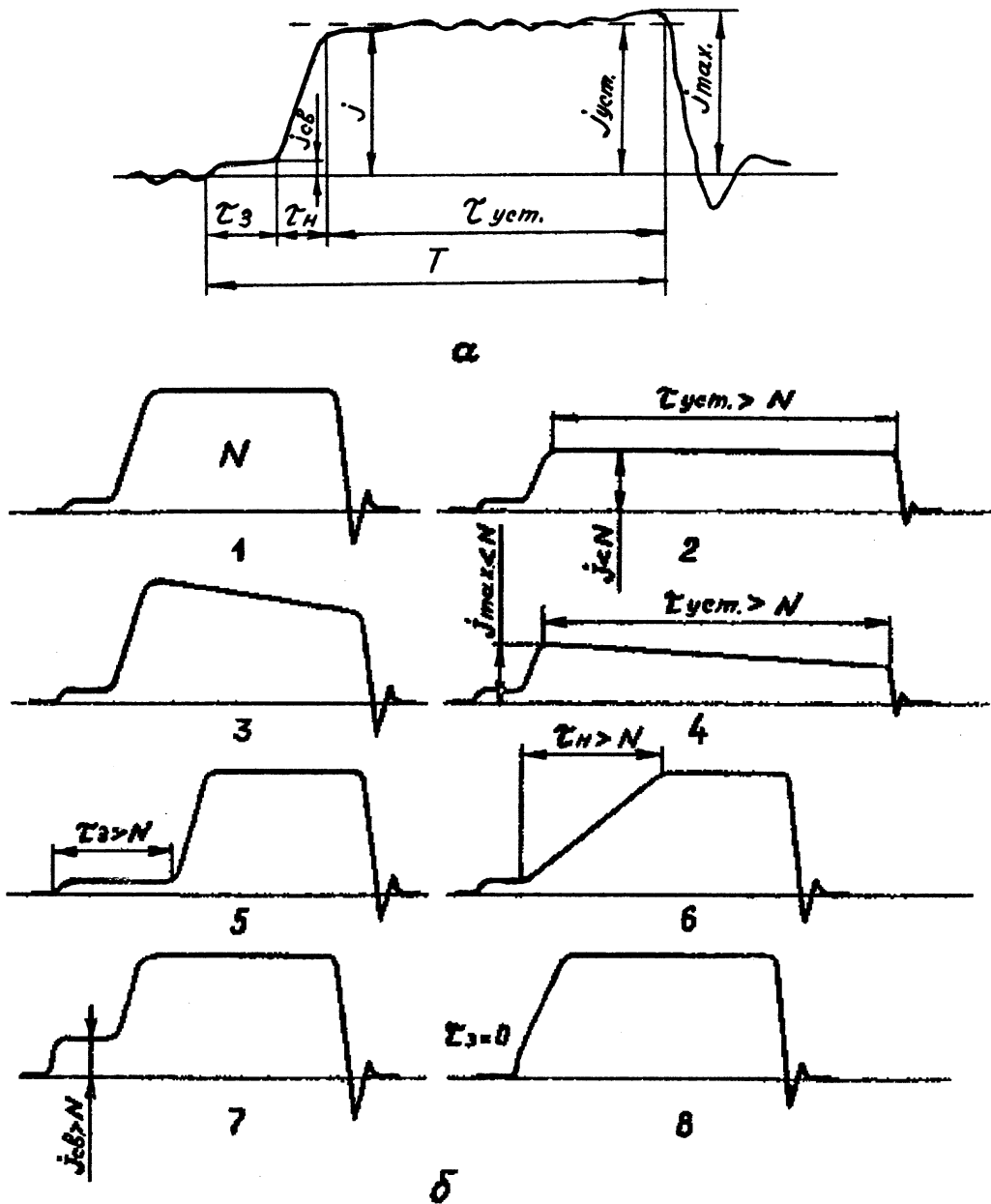


Рис. 1. Определение неисправностей привода тормозов при помощи тормозных диаграмм.

а - элементы тормозной диаграммы полного экстренного торможения;
 б - разновидности тормозных диаграмм

Увеличение времени нарастания замедления (6) является признаком повышенной упругости, например гидрообъемного прямого действия привода из-за попадания в систему воздуха. Если τ_n увеличено на одной из тормозных диаграмм, следует удалить воздух из конкретного контура. Его увеличение на всех диаграммах говорит о попадании воздуха в систему через главный тормозной цилиндр, например из-за недостатка тормозной жидкости в резервуаре. Диаграмма вида (7) свидетельствует о повышенном замедлении свободного выбега, вызванного чрезмерной затяжкой подшипников ступицы или отсутствием зазора между парами трения тормозного механизма. Диаграмма (8) - проявление отсутствия зазоров как в приводе, так и в тормозных механизмах. Данное состояние привода, если оно не сопровождается повышенным замедлением свободного выбега и нагревом ступицы или барабанов, не следует считать неисправным.

В гидравлическом приводе тормозов в процессе эксплуатации чаще всего возникают такие неисправности, как потеря герметичности, сопровождающаяся просачиванием тормозной жидкости через неплотности; попадание воздуха в систему; увеличение свободного хода педали; набухание манжет цилиндров.

В пневматическом приводе происходят утечки воздуха и внезапный разрыв резиновых деталей (диафрагм тормозных камер, шлангов), произвольное притормаживание на ходу при неисправности тормозного крана или регулятора давления, внезапное срабатывание стояночного тормоза (в приводах, содержащих пневмокамеры с пружинными энергоаккумуляторами).

Надежность насосных и насосно-аккумуляторных гидрообъемных приводов тормозов самоходных сельхозмашин обуславливается в основном режимом нагружения и условиями эксплуатации. Снижение нагруженности гидропривода с целью повышения ресурса агрегатов наиболее рационально за счет оптимизации таких факторов, как давление в приводе, время его воздействия, количество включений. Основными путями оптимизации привода следует считать снижение гидравлических местных сопротивлений в его агрегатах и линиях, переход на маловязкие всесезонные рабочие жидкости, применение автоматического регулирования основных операций.

Обслуживание и ремонт приводов тормозов сельхозмашин по фактическому техническому состоянию способствуют повышению производительности труда, надежности и безопасности передвижения машин, снижению трудоемкости работ. В перспективе по мере совершенствования методов и средств диагностики объем обязательных работ будет сокращаться и тогда возможно применение в "чистом виде" тактики технических обслуживаний и ремонтов по состоянию. В этой системе обязательные работы и диагностика являются плановыми, а устранение назревающих или выявленных отказов носит действительно предупредительный характер.

Литература. 1. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. - Л.: Лениздат, 1984. - 304 с. 2. Скойбеда А.Т., Комяк И.М. Тенденции развития приводов тормозов самоходных колесных сельскохозяйственных машин и повышение надежности их эксплуатации. - Мн.: БелНИИНТИ, 1990. - 64 с. 3. Williamson M. Braking into the Millennium: The international review of industrial vehicle design. & Engineering. Of - Highway & Heavy - Duty Equipment // Industrial vehicle technology, 1995 - p. 2-7.