

Загоровский Ю.В. Науч. рук. Казаченко Г.В.

Математическое моделирование принципиально нового привода самоходного вагона

Белорусский национальный технический университет

На калийных рудниках для доставки отбитой проходческим комбайном горной массы к конвейерам на расстояния до 200 метров используют колесные самоходные шахтные вагоны (ШВС) (рис. 1). Привод колес вагона осуществляется от электродвигателей по бортам, их свойства обуславливают большую динамичность трогания с места и остановки ШВС, а значит и высокую нагруженность приводов колес, дергания вагона на этих режимах движения. Такая особенность характерна также и для новых зарубежных и отечественных моделей самоходных вагонов. Использование частотного регулирования тяговых электродвигателей не устраняет отмеченной динамики.



Рис. 1 – Размещение и движение самоходного вагона в шахте

Динамические нагрузки в приводе колес и на водителя возрастают с увеличением ускорений вагона при трогании с места и разгоне, а также при торможении. Поэтому реальный путь снижения таких нагрузок состоит в управлении темпом нарастания крутящего момента, передаваемого от электродвигателя к первичному валу привода колес в начале трогания и согласования работы электродвигателя и привода при торможении. При этом числовые значения допустимых ускорений самоходного вагона можно принять по аналогии с тягово-транспортными полноприводными колесными низкоскоростными машинами, для которых такие уровни ускорений достаточно исследованы и обоснованы.

Технические средства, позволяющие достичь приемлемого по критериям динамической нагрузки и ускорения водителя закона набора скорости вагоном, достаточно разнообразны, однако все требуют дополнительных затрат. Поэтому необходимы исследования эффективности предлагаемых технических решений.

При ограничении продольного ускорения значением a м/с² и при рабочей скорости вагона v м/с целесообразная графическая диаграмма половины цикла движения имеет вид, показанный на рис. 2.

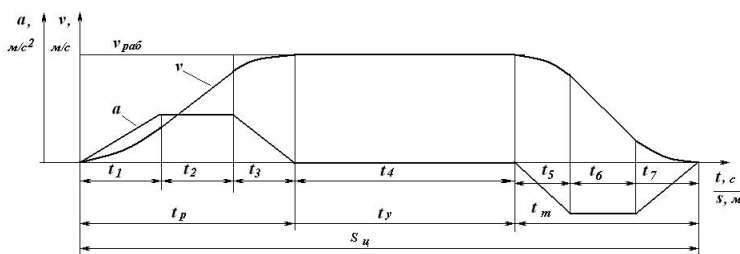


Рис. 2 – Изменения ускорения и скорости ШВС

В период трогания с места и разгона (t_p) ускорение вначале растёт до значения a , затем остается некоторое время (t_2) постоянным, а далее убывает до нуля (t_3). После чего необходимое для преодоления пути время (t_4) вагон движется с установившейся рабочей скоростью v до начала торможения. При торможении ускорение меняет знак, причем также вначале оно растёт (t_5), в период t_6 - остается постоянным, а к окончанию торможения (t_7) уменьшается до нуля.

Как следует из наблюдений за нагрузками в приводах колес их максимальные значения соответствуют периодам t_1 и t_5 (см. рисунок 4), а в периоды t_2 и t_6 они превышают нагрузки, характерные для периодов t_3 , t_4 , t_7 . Следовательно, необходимы такие усовершенствования штатных приводов колес самоходного вагона, которые обеспечат приемлемую динамику нагрузок на привод и допустимые по санитарным нормам уровни продольных колебаний водителя как раз в периоды ($t_1 - t_2$) и ($t_5 - t_6$).

Для устранения вышперечисленных недостатков конструкции ходового механизма возможны несколько вариантов технических решений, способных обеспечить целесообразный характер динамики движения и нагрузок в трансмиссии самоходного вагона. Одним из них является применение устройства плавного пуска (УПП). Данное устройство позволяет осуществить безударный пуск и торможение электродвигателя, увеличить срок службы оборудования и снизить нагрузку на электросеть. Плавный пуск достигается путём регулирования напряжения на обмотках двигателя силовыми тиристорами.

Также возможно применение принципиально новых кинематических схем двухпоточного привода колес шахтного самоходного вагона, окончательная разработка которых ведется на данный момент:

а) использования ручного регулирования;
б) применения фрикционных управляемых муфт;
в) применения гидроходообразователей;
г) использования объемных гидромеханических передач (ОГМП) – так называемых двухпоточных передач.

В ходе работы применены такие вычислительные и графические программы, как Mathcad и Microsoft Excel, а также система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D.

Библиографический список

1. Системы САПР / Большаков В. П., Бочков А. Л. – Мн.: Дизайн ПРО, 2004. – 640 с.
2. Динамика колесных машин: монография / И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2006. – 462 с.
3. Андрианов, Д.С. Исследование комбинированной системы поворота самоходного вагона / Д.С. Андрианов, науч. рук. Г.А. Таяновский // Сб. науч. тр. IX-й Международной конференции молодых ученых и студентов БНТУ, Минск, 29-31 окт. 2013 г. / БНТУ – Минск, 2013. – С. 22-24.