

УДК 623.592

Смоляков В.А., Мушинский Ю.М., Нефёдов А.В., Гулевский Ю.В., Карпов Д.А.

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ТРЕНАЖЕРНЫХ КАЧАЮЩИХСЯ ПЛАТФОРМ
В КП ХКБМ им. А.А. МОРОЗОВА**

Самые первые тренажеры механика-водителя изделия Т-80УД были разработаны, изготовлены в КП ХКБМ и поставлены Инозаказчику в 1997 году. Данные тренажеры были статическими, т.е. не имели подвижного качающегося основания, что является большим недостатком с точки зрения адекватности обучения оператора. Вместе с тем, уже к началу 80-х годов был накоплен успешный мировой опыт по внедрению динамических платформ различных схем для многих тренажеров наземной техники и авиационных тренажеров. Таким образом, и в КП ХКБМ встал вопрос о разработке унифицированной качающейся платформы для тренажеров различных боевых машин.

Основными требованиями, выдвинутыми к платформе были следующие:

- реализация не менее трёх степеней свободы (продольно-угловые колебания, поперечно-угловые колебания, линейные вертикальные колебания);
- наличие уравнивающего механизма;
- грузоподъёмность до 1000 кг.

Все эти требования были успешно реализованы в конструкции (рис. 1), разработанной и внедренной в серийное производство в КП ХКБМ.

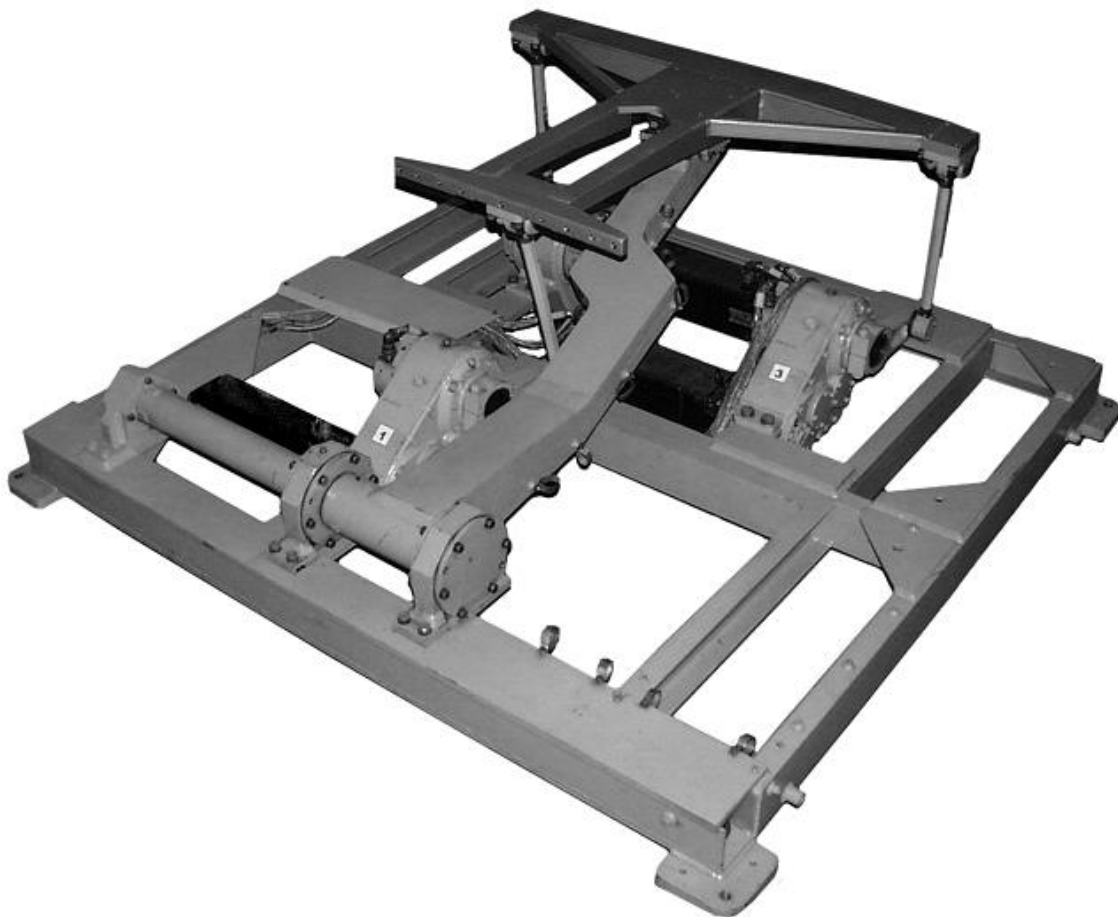


Рисунок 1

Данная платформа является универсальной и применяется как для тренажеров механиков-водителей, так и для тренажеров боевых отделений, имеет цилиндрические прямозубые редукторы с передаточным числом 29,387 и торсионный уравнивающий механизм.

Отдельным серьёзным вопросом являлся выбор привода для качающейся платформы. В первых тренажерных платформах такого типа доминировал гидравлический привод. К середине 90-х годов прошлого столетия мировые производители для этих целей в равной степени применяли электрический привод и гидравлический привод, однако к концу 90-х годов наметилась устойчивая тенденция к вытеснению гидропривода электроприводом. Кроме того, использование гидропривода предполагает наличие дорогостоящей гидроаппаратуры высокого давления и специальной системы охлаждения, что делает его обслуживание в эксплуатации технически сложным и экономически невыгодным. Тренажеры, изготовленные в КП ХКБМ, очень часто эксплуатируются фактически в полевых условиях при высоких температурах, значительной запылённости и отсутствии регулярного сервисного технического обслуживания. Данные факторы делают применение гидропривода неприемлемым.

Учитывая изложенные доводы, выбор был сделан в пользу электрического привода, к которому были выдвинуты следующие требования:

- частота вращения приводного двигателя до 2000 об/мин;
- плавность регулирования частоты вращения во всём диапазоне от нулевой до максимальной;
- перегрузочная способность по моменту не менее 3-х;
- приемлемая стоимость.

Известно, что асинхронный двигатель значительно дешевле синхронного, но по возможности плавного регулирования частоты вращения уступает синхронному двигателю, кроме того, обычно производители систем управления для асинхронных двигателей ограничивают кратность перегрузки по крутящему моменту значениями не более 2–2,5. Для систем управления синхронными двигателями значения перегрузки по моменту составляют 3–4. Кроме того, в силу принципа действия асинхронного электродвигателя крайне сложно обеспечить его устойчивую работу и приемлемый температурный режим без принудительного охлаждения в области нулевых скоростей. Таким образом, в качестве приводного был выбран синхронный вентильный двигатель ДВУ2М165 мощностью 2,7 кВт производства Днепропетровского электроаппаратного завода. Система управления для электропривода была разработана и в дальнейшем изготавливалась в НПО “Политехник”. Данная система управления применялась на многих тренажерах в течение 10-ти лет. Электродвигатель ДВУ2М165 имел достаточный запас по мощности и очень хорошо зарекомендовал себя в эксплуатации.

В 2008 году электродвигатель ДВУ2М165 был снят с производства и его пришлось заменить на двигатель 5ДВМ115L мощностью 1,5 кВт производства Чебоксарского электроаппаратного завода. Данный двигатель являлся единственным на то время приемлемым вариантом для замены, но запаса по мощности практически не имел и в эксплуатации оказался ненадёжным. Кроме того, к этому времени разработанная система управления морально устарела и перестала удовлетворять требованиям по качеству регулирования, программной диагностике, шумности и ремонтпригодности. Поэтому встал вопрос о замене всего комплекса – приводных электродвигателей и системы управления.

В настоящее время на рынке присутствует ряд крупных, хорошо зарекомендовавших себя производителей электроприводов – Siemens, Mitsubishi, Fukuta и др. При этом производитель, как правило, предлагает комплексное решение – синхронный двигатель + сервоусилитель + дополнительное оборудование или асинхронный двигатель + частотный преобразователь + дополнительное оборудование, т.е. отпадает необходимость искать отдельного разработчика и производителя для системы управления электроприводом. Кроме того, на сегодняшний день отдельное приобретение электродвигателя и системы управления значительно дороже комплексного решения или хуже по техническим параметрам. При этом к выбираемому варианту были выдвинуты дополнительные требования:

- развёрнутая хорошо документированная система программной диагностики оборудования;
- наличие подробной документации по командам управления;
- обеспечение поставщиком полного цикла разработки (подбор всей номенклатуры основного и вспомогательного оборудования, разработка документации, сборка и первичная наладка системы);
- техническое сопровождение системы управления в процессе её установки и настройки в составе тренажерного комплекса.

Многие поставщики могут обеспечить выполнение первых двух требований, однако региональные представительства соответствующих производителей, как правило, являются исключительно торговыми организациями и их персонал не имеет соответствующей технической квалификации. Тем не менее, был найден поставщик, который обеспечил выполнение третьего и четвертого пунктов требований – КСК “Автоматизация”. Данное предприятие является официальным дилером фирмы Mitsubishi на Украине, имеет квалифицированный персонал и обеспечивает полный цикл разработки и сборки соответствующих систем управления. Кроме того, производство необходимого оборудования фирмой Mitsubishi полностью

сосредоточено на территории Японии, что является немаловажным фактором и дополнительным подтверждением качества выпускаемой продукции.

КСК “Автоматизация” для проведения испытаний предоставила КП ХКБМ комплект оборудования на основе серводвигателя HF-SP1524B мощностью 1,5 кВт и сервоусилителя MR-J3-A. Данная серия предусматривает обмен данными между персональным компьютером и системой управления по протоколу RS-232, который очень хорошо документирован. Разработанное программное обеспечение обеспечило обмен данными с тактом не более 20 мс. Был изготовлен опытный образец системы управления, который был испытан на динамической платформе тренажера механика-водителя изделия БМП-2. На основе полученных результатов было принято решение о закупке для серийного производства системы управления электроприводом Mitsubishi на основе серводвигателей HF-SP2024B мощностью 2,0 кВт и сервоусилителей MR-J3-A. Данная система управления в настоящее время применяется для серийно выпускаемых в КП ХКБМ тренажеров экипажа изделия БТР-4.

КП ХКБМ не ограничилось одним вариантом кинематической схемы динамической платформы. Параллельно была разработана документация на облегченную платформу, которая может применяться в мобильных тренажерных центрах. В настоящее время проводятся исследования в области разработки платформы с шестью степенями свободы, для которой соответственно необходимы шесть электроприводов. Выше уже упоминалось о том, что асинхронный привод в целом дешевле синхронного, кроме того, к настоящему времени производители электрооборудования достигли определённых успехов в вопросах обеспечения нулевых и околонулевых частот вращения в асинхронных двигателях и поддержания приемлемого теплового режима при этих скоростях. Поэтому, не исключена возможность применения в будущем для динамических платформ асинхронного привода наряду с синхронным, особенно для платформ с шестью степенями свободы. При этом возникнет необходимость повышения скорости обмена данными между персональным компьютером и системой управления, т.к. увеличится число каналов. Для решения этой проблемы существуют более высокоскоростные протоколы обмена. Например, фирма Mitsubishi выпускает сервоусилители серии В с интерфейсом SSCNET III, скорость обмена у которого как минимум на порядок выше, чем для интерфейса RS-232, но и стоит данное решение дороже.

Таким образом, в КП ХКБМ им. А.А. Морозова успешно проводятся исследования и внедряются перспективные конструкторские решения как в части разработки новых кинематических схем платформ, так и в части выбора оптимальных вариантов системы управления электроприводом динамической платформы.

УДК 623.592

Смоляков В.А., Мушинский Ю.М., Нефёдов А.В., Гулевский Ю.В., Карпов Д.А.

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТРЕНАЖЕРНИХ КОЛИВАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ В КП ХКБМ ім. О.О. МОРОЗОВА

В статті розглянуті особливості розробки та впровадження конструкції уніфікованої тренажерної коливальної платформи в КП ХКБМ, а також особливості вибору та впровадження системи керування електричними приводами платформи.

Smolyakov V.A., Mushshinskiy Yu.M., Nefyodov A.V., Gulevskiy Yu.V., Karpov D.A.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SIMULATOR MOTION SYSTEMS IN SOE KMDB

In this paper, some features of development structure and its implementation in the unified motion system designed at SOE KMDB as well as distinctive features for selection and implementation of control system by motion electric drives have been considered.