

Показатели качества вождения – точность и устойчивость движения МТА – в значительной мере определяются характеристиками механизма управления поворотом – рулевого управления трактора.

Механизм управления поворотом должен способствовать обеспечению хорошей управляемости как в режиме автовождения, так и в режиме обычного (ручного) управления. Под управляемостью понимается свойство управляемого объекта изменять направление движения в соответствии с желанием водителя или с заданной опорной траекторией.

Из указанного определения следует, что управляемость будет тем лучше, чем меньше время запаздывания срабатывания системы на управляющее воздействие. Запаздывание существенно зависит от конструктивной схемы привода САВ.

Гидропривод САВ в общем случае включает управляющий распределительный золотник и исполнительный цилиндр, связанный с механизмом управления поворотом. Поворот направляющих колес при автовождении может осуществляться путем вращения рулевого колеса (вала) исполнительным цилиндром САВ либо подачей рабочей жидкости от распределительного золотника САВ непосредственно в силовой цилиндр рулевого управления.

В первом случае время срабатывания элементов гидропривода САВ и ручного управления суммируется. Во втором – обеспечивается минимальное время срабатывания и упрощение конструкции за счет исключения необходимости в дополнительном цилиндре. Однако в гидромеханических рулевых управлениях использование силового цилиндра рулевого управления в гидроприводе САВ возможно только при полной обратимости рулевого механизма. Так как автовождение может быть использовано на отдельных сельскохозяйственных операциях, при оборудовании трактора гидроприводом САВ не должны ухудшаться параметры рулевого управления в режиме ручного вождения.

С целью коррекции направления движения при возникновении случайных помех либо непредвиденных препятствий схема гидропривода САВ должна обеспечивать возможность ручного управления при работе системы в режиме автовождения, при этом ручное управление должно превалировать независимо от наличия управляющих воздействий САВ.

Обеспечивая высокую четкость обработки управляющего воздействия водителя или управляющего элемента САВ, гидропривод САВ должен обладать высокой помехоустойчивостью к воз-

действиям на управляемые колеса со стороны почвы. Кроме того, он должен удовлетворять общим требованиям к устройствам САВ сельскохозяйственных агрегатов, в том числе требованиям к техническим параметрам (усилие или момент поворота, время срабатывания и т.п.), первоначальной стоимости, металлоемкости и габаритам, степени унификации, уровню эксплуатационной надежности, удобству и трудоемкости обслуживания и т.д.

На Минском тракторном заводе разработан и исследован гидропривод САВ, в основном соответствующий указанным требованиям. Осциллографированием переходных процессов в режиме автоматического вождения определены его временные характеристики.

В ходе испытаний устанавливалась зависимость времени срабатывания от внешних условий – нагрузки на сошке, производительности насоса, температуры рабочей жидкости, а также влияние отдельных элементов системы (инерционности привода руля и направляющих колес, механической жесткости системы).

Время срабатывания гидропривода САВ, разработанного на базе серийного гидромеханического усилителя рулевого управления, составляет 0,11...0,14 с. При отсоединении рулевого привода время срабатывания – 0,09...0,1 с, при отсоединении рулевого привода и колес – 0,048...0,063 с.

Существенное увеличение времени срабатывания происходит вследствие податливости поворотного вала (0,026...0,038 с) и инерционности рулевого привода (0,01...0,04 с).

Влияние указанных элементов удаётся почти полностью исключить в системах с гидрообъемным рулевым приводом. Отличительная особенность гидрообъемного рулевого управления – отсутствие механической связи между рулевым колесом и управляемыми колесами. Управление поворотом осуществляется дозирующим насосом, связанным с рулевым валом и сообщенным гидравлическими магистралями с цилиндром механизма поворота, насосом и баком.

Режим автовождения в схемах гидропривода САВ на базе гидрообъемного рулевого управления обеспечивается введением дополнительного электрогидравлического распределителя, встроенного в магистрали, сообщающие дозирующий насос с цилиндром и баком.

Отсутствие механической связи между рулевым колесом и управляемыми колесами позволяет осуществлять управление поворотом в режиме автовождения при невращающемся рулевым

колесе, что улучшает эргономику управления (у водителя есть возможность держать руки на рулевом колесе) и способствует улучшению временных характеристик гидропривода. В гидромеханических приводах САВ вращение рулевого колеса и приводного вала удлиняет переходный процесс вследствие инерционности рулевого привода.

В то время как в гидромеханических приводах САВ рулевой механизм должен быть полностью обратимым, в гидрообъемном приводе САВ рулевое управление полностью необратимо, что повышает устойчивость привода к воздействиям со стороны почвы.

Таким образом, применение гидрообъемного рулевого привода наряду с улучшением параметров рулевого управления обеспечивает возможность улучшения качественных характеристик гидропривода САВ.

В частности, время срабатывания гидропривода САВ на базе гидрообъемного рулевого привода составляет 0,07... 0,09 с, на базе гидромеханического привода – 0,11... 0,14 с.

Следует отметить, что время срабатывания гидропривода САВ как гидрообъемного, так и гидромеханического типов меньше времени срабатывания гидроусилителя ручного управления, составляющего 0,3 с и более, что создает предпосылки для обеспечения более высокого качества вождения при работе на повышенных скоростях.

УДК 62 - 506:629.114.2

Л.А. Вайнштейн, канд. психол. наук

ЧЕЛОВЕК В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАКТОРНЫМ АГРЕГАТОМ

Требования к повышению производительности труда и улучшению качества выполнения сельскохозяйственных работ, к снижению трудоемкости и себестоимости продукции, улучшению условий труда в сельском хозяйстве обуславливают необходимость поиска более совершенных форм взаимодействия между человеком и техникой.

Инженерно-психологический анализ системы "человек – тракторный агрегат" показывает, что эта система – весьма сложная. Механизатор определяет направление движения агрегата и его скорость (вождение и маневрирование), регулирует ско-

ростные и нагрузочные режимы работы двигателя трактора и технологические режимы работы сельхозмашин и орудий (например, глубина обработки почвы, ширина захвата и т.д.), контролирует выполнение агротехнических требований, сигнализацию и защиту (например, остановка двигателя или трактора в необходимых случаях).

Автоматизация системы управления тракторным агрегатом предполагает передачу различным техническим устройствам (по мере их совершенствования) все больше новых функций из тех, которые раньше могли выполняться только человеком.

Конечная задача автоматизации – это создание полностью автоматизированного тракторного агрегата. Однако сейчас нельзя еще утверждать, что наиболее радикальное решение заключается в такой организации производственного процесса, которая сводила бы к минимуму долю участия человека. Так, академик В.А. Трапезников [1] отмечает, что замена операторов автоматическими устройствами при современном уровне развития техники целесообразна лишь при относительно простых алгоритмах управления. Подобную точку зрения высказывают также Г.Я. Вулах и др. [2], считая, что создание полностью автоматизированного трактора на современном уровне развития науки и техники хотя и возможно, но в массовом масштабе экономически нецелесообразно.

В настоящее время предполагается автоматизация отдельных, наиболее трудоемких для механизатора операций управления тракторным агрегатом, в частности вождение.

Вождение – наиболее тяжелый процесс управления, обуславливающий основную часть психофизиологической нагрузки механизатора, что особенно проявляется при увеличении рабочих скоростей. Известно, например, что на пахоте гусеничным трактором число воздействий на органы управления достигает 1000 в час, а количество затрачиваемой энергии доходит до 3000 ккал ($126 \cdot 10^4$ Дж).

Качество вождения существенно зависит от квалификации механизатора и обычно ухудшается к концу смены вследствие накопления утомления. В результате вождение становится неточным, что вызывает повреждение растений (например, при культивации).

В настоящее время наиболее отработаны системы автоматического вождения тракторов на гоне [3]. В основе их действия лежит ориентация трактора относительно предварительно проложенного маркерного следа (линии) на местности. В каче-