

## ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Перевод сельского хозяйства на индустриальную основу требует коренного улучшения материально-технического оснащения этой важной отрасли как в количественном, так и особенно в качественном отношении.

В условиях относительной стабилизации посевных площадей, при планомерном уменьшении численности работников, занятых в сельском хозяйстве, главный источник увеличения объемов продукции отрасли – интенсификация производства и рост производительности труда, которые, в свою очередь, определяются темпами внедрения научно-технических достижений.

Современный уровень научно-технического прогресса в сельском хозяйстве основан на ускорении перехода от механизации отдельных видов работ к комплексной механизации и автоматизации трудоемких процессов, что предполагает наличие систем взаимосвязанных и взаимодополняющих машин и орудий производства.

Создание системы машин обусловлено объективно действующим экономическим законом неуклонного роста производительности труда. Важная роль в системе машин отводится трактору – основному тяговому средству и мобильному источнику энергии для многих сельскохозяйственных машин и орудий. Использование потенциальных возможностей энергетического средства определяется правильным (рациональным) составлением агрегата при выполнении различных видов работ исходя из условий его использования. Хотя система машин определяет необходимое количество технических средств для механизации сельскохозяйственного производства по всему агротехническому циклу возделывания всех культур с учетом двадцати почвенно-климатических зон страны, реализация системы машин на практике вскрывает серьезные недостатки.

Статистические исследования тракторов класса 1,4 показывают, что средняя загрузка двигателя при агрегатировании с машинами для сельскохозяйственных работ составляет около 50%. На транспортных работах загрузка двигателя в установившемся режиме не превышает 45–60%. Таким образом, уже имеющиеся агрегаты могли бы обеспечить повышение производительности в 1,5–1,8 раза при использовании их потенциальных возможностей. Учитывая, что количество пропашных тракторов превышает 50% тракторного парка страны, проблема повышения использования их потенциальных возможностей становится особо актуальной.

Основные причины неполного использования мощности — несовершенство составления машинно-тракторного агрегата (МТА), а также несвоевременная поставка необходимого шлейфа машин.

Подсчитано, что увеличение средней дневной выработки условного трактора всего на гектар обеспечивает годовой эффект в масштабах страны в размере более 250 млн.руб. и экономию капитальных вложений почти на 0,5 млрд.руб. Внедрение в практику сельскохозяйственного производства скоростных энергонасыщенных агрегатов позволило существенно повысить производительность труда на основных операциях.

С ростом энергонасыщенности тракторов возрастают потери от неполного использования потенциальных возможностей составленного на его основе агрегата.

Таким образом, увеличение рабочих скоростей и рост энергонасыщенности тракторов выдвигают проблему разработки научных основ повышения использования потенциальных свойств МТА. Основные пути средства решения этой проблемы показаны на рис. 1.

Одним из путей эффективного использования заложенных в конструкцию технических возможностей и улучшения условий труда трактористов является комплексная автоматизация машинно-тракторных агрегатов.

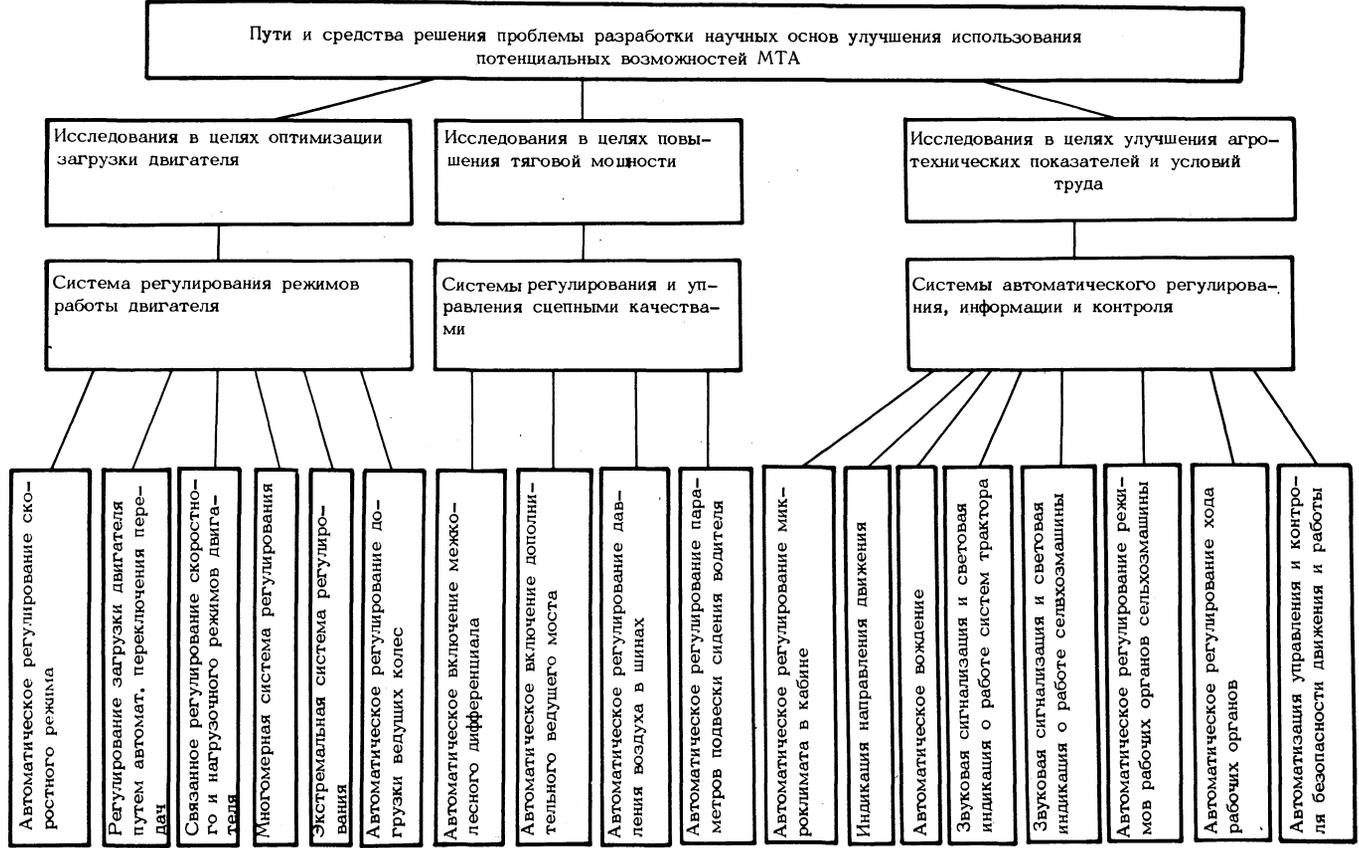
В автоматизированном агрегате выбор его оптимальных рабочих процессов и поддержание заданных режимов работы узлов и систем трактора возлагаются на автоматические устройства, а трактористу отводится функция контроля за качеством работ и поддержания параметров регулирования отдельных систем в заданных пределах.

Различают три этапа автоматизации машинно-тракторных агрегатов: разработка и внедрение локальных систем автоматического управления и контроля; разработка и создание автоматических систем группового управления; разработка и создание систем автоматизации производственного процесса без участия тракториста.

Реализации указанных этапов автоматизации МТА должна предшествовать работа по автоматизации режимов работы узлов и агрегатов трактора и сельхозмашины. Поэтому в настоящее время можно выделить следующие основные направления: автоматизация рабочих процессов тракторных агрегатов; автоматическое регулирование тягово-сцепных качеств трактора; автоматическое регулирование процессов и режимов работы агрегатов и систем трактора.

Повышение тягово-сцепных свойств трактора, особенно на влажных и рыхлых почвах, обеспечивается корректором силового воздействия или ГСВ при работе с навесными машинами, системой автоматического включения в работу переднего ведущего моста при буксовании задних колес выше установленного предела, а также системой автоматической блокировки дифференциалов ведущих мостов.

Так, на тракторах "Беларусь" передний ведущий мост включается в работу муфтой свободного хода или фрикционной муфтой с автоматом управ-



5

Рис. 1. Пути и средства решения проблемы.

ления, который реагирует на величину рассогласования частоты вращения передних и задних колес.

Блокировка дифференциалов ведущих мостов осуществляется по двум принципам : в зависимости от относительных частот вращения правого и левого колес или угла поворота направляющих колес. В отдельных случаях (как это имеет место на тракторе МТЗ—80) используются оба способа одновременно. По первому способу блокируется дифференциал переднего моста, а по второму — заднего.

Автоматическому регулированию подлежат следующие процессы и режимы работы агрегатов и систем тракторов: тепловое состояние двигателя; тепловой режим воздуха в кабине; стабилизация положения остова крутосклонного трактора; загрузка двигателя; скоростной режим работы трактора; переключение передач ступенчатой коробки передач или изменение подачи жидкости при использовании гидродинамических (гидрообъемных) передач.

Проблема автоматизации скоростных режимов МТА и загрузочных режимов двигателя актуальна и в то же время наименее изучена и разработана как в теоретическом, так и практическом плане. Актуальность ее возрастает с внедрением высокопроизводительных скоростных агрегатов. Автоматизация процесса переключения передач в ступенчатых коробках передач (КП) — часть общей проблемы комплексной автоматизации МТА. Технической предпосылкой к ее решению является применение в КП современных тракторов гидроуправляемых фрикционных муфт и тормозов, обеспечивающих командное переключение передач.

Однако эффективность МТА с автоматической системой переключения передач (АСПП) может оказаться достаточно высокой лишь при условии рационального выбора параметров самой АСПП с учетом типа и назначения трактора и условий его работы, характеристики его двигателя, параметров динамической системы МТА и параметров КП (трансмиссии), в полной мере удовлетворяющей требованиям автоматизации процесса переключения передач.

При создании АСПП необходимо обеспечить ее соответствие следующим требованиям:

- поддерживать загрузку двигателя близкой к номинальной при максимальном скоростном режиме за счет изменения передаточного числа трансмиссии;

- поддерживать скорость агрегата в заданных пределах путем выбора такого соотношения между скоростным режимом двигателя и передаточным числом трансмиссии, при котором двигатель был бы наиболее полно загружен (работа на частичном режиме);

- при отборе части мощности двигателя на привод активных рабочих органов сельхозмашин и обеспечении постоянства частоты вращения вала отбора мощности поддерживать наибольшую загрузку двигателя на максимальном

скоростном режиме или поддерживать скорость движения МТА в заданных пределах только за счет изменения передаточного числа трансмиссий.

Для универсально-пропашных тракторов высокой энергонасыщенности обеспечение постоянства скорости — одно из наиболее важных требований, так как при возделывании пропашных культур мощность двигателя не всегда может быть использована из-за жестких ограничений скорости МТА и ширины захвата по условиям качества выполнения работы. Неполная загрузка двигателя приводит к перерасходу топлива на единицу выполненной работы. Зависимость удельного расхода топлива  $g_e$  от величины загрузки для двигателей с различной степенью форсирования по  $p_e$  приведена на рис. 2. При работе двигателя на частичном режиме (использование всережимного регулятора) и при полной загрузке его на этом режиме топливная экономичность (снижение расхода топлива на единицу выполненной работы) существенно улучшается.

Наряду с повышением производительности МТА и улучшением топливной экономичности применение АСПП дает возможность улучшить условия труда тракториста. Это подтверждают результаты исследований количества переключения передач при наличии указателя загрузки и без него. Так, в первом случае количество переключений в начале смены составляло 20–30 в час, а во втором 12–16 и в конце смены 4–6 в час. Это свидетельствует об утомленности тракториста и его отказе от переключения передач.

При наличии АСПП частота переключения передач определяется параметрами трансмиссии и АСПП, а также условиями работы МТА и не зависит от квалификации и степени утомленности тракториста. По данным исследований, выполненных МТЗ и ЦНИИМЭСХ, наличие АСПП на тракторе МТЗ–80А привело при равных условиях к увеличению количества переключений в сравнении с этим же трактором без АСПП в среднем в 1,9 раза на транспорте и в 2,3 раза на пахоте. Увеличение частоты переключения выдвигает проблему исследования долговечности трансмиссии трактора и других силовых узлов и ее решения на стадии проектирования.

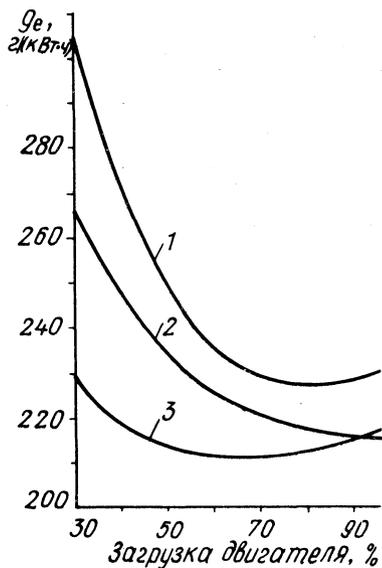


Рис. 2. Изменение удельного расхода топлива в зависимости от загрузки двигателя:

- 1 — без турбонаддува ( $p_e = 0,84$  МПа);
- 2 — с турбонаддувом ( $p_e = 1,09$  МПа);
- 3 — с турбонаддувом и промежуточным охлаждением ( $p_e = 1,79$  МПа).

Опыт создания, доводки и использования АСПП в отечественном и зарубежном тракторостроении недостаточен, а опыт автостроения не может быть использован в полной мере, так как информационные переменные АСПП не обеспечивают необходимой точности поддержания загрузки тракторного двигателя. Трудности создания АСПП не могут быть преодолены без разработки теоретических основ их создания, а без решения этого вопроса невозможно реализовать задачу управления одним оператором несколькими МТА (групповое управление). Возможно параллельное решение проблем автоматического вождения МТА и создания АСПП трактора.

При этом на первом этапе автомат будет осуществлять вождение на протяжении длины гона, а совершение поворотов возьмет на себя тракторист, находящийся на тракторе. Положительный опыт такой человеко-машинной системы хотя и недостаточный, но уже имеется.

ГСКБ (МТЗ) и ГорСХИ доработали техническую документацию на систему автоматического вождения трактора МТЗ—80/82 на севе и культивации. Испытания показали устойчивую работу системы при движении трактора в междурядьях на повышенных скоростях в сравнении с ручным управлением. Повышение производительности на междурядной обработке кукурузы достигало 40% (по данным ГорСХИ).

В настоящее время ГСКБ МТЗ, ГСКБ ХТЗ и ряд других организаций проводят работы по автоматизации управления тракторов МТЗ—80/82 и Т—150К. Институтом механизации АН Грузинской ССР испытываются системы автовождения трактора К—701 с фотооптическим датчиком, что исключает непосредственный (механический) контакт с обрабатываемой почвой. Вопросы группового управления МТА отрабатываются на базе тракторных агрегатов в составе Т—150К. Значительные трудности управления выявлены при выходе на разворотные полосы в конце гона. Кроме создания автоматических систем управления сельскохозяйственных МТА, проводятся работы по дистанционному управлению промышленными тракторами с использованием опыта работы радиоуправляемых тракторов зарубежных фирм.

Таким образом, наиболее сложными задачами на пути комплексной автоматизации МТА является автоматизация режима работы двигателя и вождения агрегата. Машинно-тракторный агрегат — сложная система, включающая в себя системы более низкого ранга — трактор и сельхозмашину. Решение проблемы создания МТА-роботов не может быть достигнуто без "внутренней" комплексной автоматизации протекания процессов и режимов работы узлов, агрегатов и систем как трактора, так и сельскохозяйственной машины.