

Альтернативное развитие сельскохозяйственной техники

(В порядке обсуждения)

Канд. техн. наук Б.И. ЕРШОВ, студ. Ш.Б. ЕРШОВ (Гомельский политехн. ин-т)

Все многообразие с.-х. техники может быть классифицировано на две группы: мобильная (или полевая) и стационарная. К первой группе относятся машины и оборудование:

- для весенней обработки и возделывания полей, в том числе различные виды плугов, культиваторов, сеялок;
- для внесения удобрений, гербицидов и пестицидов;
- для уборочных, преимущественно осенних, работ (в том числе прицепные и самоходные комбайны для уборки различных с.-х. культур).

Грузогазпонирующие машины, как правило, не отличаются от машин общехозяйственного назначения.

Перечисленные машины создаются и выпускаются двух видов:

- автономно действующие зерно-, кормо-, хлопко- и картофелеуборочные комбайны;
- прицепные или навесные машины и оборудование, работающие в паре с трактором, тягачом, универсальным энергетическим средством – УЭС.

Попытки создать УЭС сводятся к приданию какому-либо комбайну функций универсальности за счет съемного навесного или прицепного оборудования. При этом забывают, что УЭС со сменным оборудованием, по понятным конструктору причинам, уступит по техническим характеристикам комбайну с аналогичного, но узкоцелевого назначения. Эти причины скрыты в опыте доводки и выбора соотношения доли мощности, направляемой в трансмиссию, и мощности, потребляемой комбайном узкоспециализированного назначения.

Таким образом, перед создателем УЭС возникает дилемма: сохранить общепринятую пропорцию между мощностями трансмиссии и механизмов привода рабочих органов или предусмотреть возможность полного использования номинальной мощности ДВС в ходовой части. В последнем варианте возрастет масса узлов трансмиссии, и УЭС превратится в заурядный тягач или нечто среднее между комбайном и трактором.

Прицепное оборудование в сочетании с трактором или иной тяговой машиной работает по схеме “конь – соха”. “Стальной конь” уже достиг рубежа допустимого давления на почву, а тяжелые тяговые машины вследствие этого – предела энергонасыщенности. К этому рубежу приблизилось большинство известных зерно- и кормоуборочных комбайнов.

На этом фоне представляется перспективным путь альтернативного развития с.-х. техники, предполагающий возможность наращивания мощности комплекса и снижение давления на почву за счет передачи тяговых функций всем его агрегатам. В комплексе не будет тяговой машины, а несущую ДВС машину назовем энергоносителем (ЭН).

Для реализации этого направления необходимо:

- создать новый класс машин (ЭН), существенно отличающихся:
 - внешним дизайном;
 - возможностью размещения ДВС мощностью 200–1000 кВт и выше;
 - отсутствием избыточных тяговых качеств;
 - минимальной собственной массой;
- обеспечить полное преобразование энергии ДВС и гидравлическую с двумя и более независимыми потоками жидкости при возможности их суммирования;
- создать новое и модернизировать существующее прицепное оборудование с возможностью активизации колес с помощью встроенных гидромоторов с переводом всех механизмов на гидравлический привод.

На рис. 1 показан предполагаемый вид энергоносителя. Комфортный салон должен удовлетворять требованиям размещения внутри него водителя и механика-оператора (в полевых условиях). Последний при необходимости может переходить по навесному трапу с ограждением к прицепным агрегатам. Место механика-оператора должно быть оборудовано дублированными средствами управления, энергоносителем и прицепной техникой. Важен и другой факт: оператор будет защищен от непогоды.

Техника будущего обеспечит комплексное выполнение наиболее тяжелого, весеннего цикла и будет мало чувствительна к погодным аномалиям.

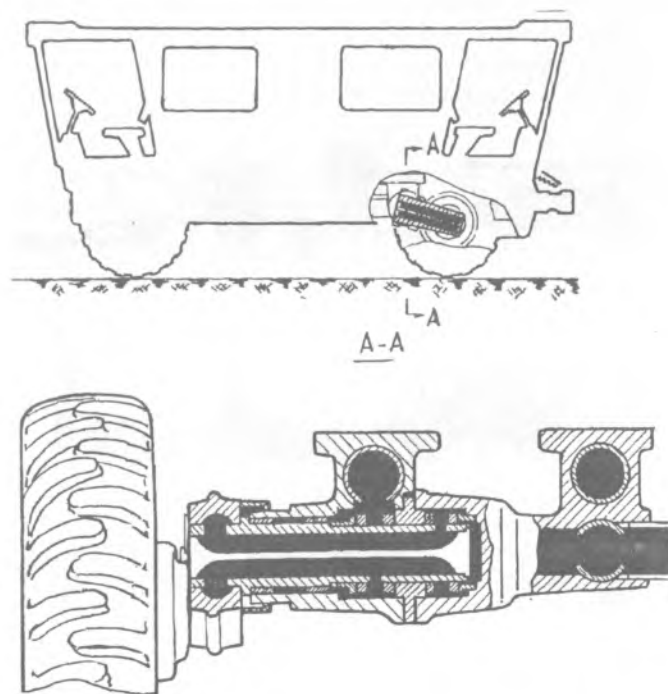


Рис. 1. Схема энергоносителя и устройство балансирующей подвески

При создании энергоносителя следует воспользоваться новыми конструктивными решениями. Например, рама шасси в представленном на рис. 1 варианте выполнена из толстостенных труб, способных выдержать большое гидравлическое давление и воспринять определенную механическую нагрузку. Для достижения требуемой жесткости толстостенные трубы располагаются в двух ярусах (плоскостях). Трубчатая конструкция рамы шасси обеспечит организацию двух и более потоков жидкости при минимальной массе.

Моторное отделение не потеряет своего привычного вида, но будет отличаться отсутствием главного фрикциона, коробки передач, карданных и иных валов. На месте главного фрикциона разместится блок насосов, объединенных единым механическим приводом.

Необходимой предпосылкой создания ЭН и парка прицепных машин должно стать использование новых конструкций насосов и моторов [1, 2], более компактных, надежных и менее чувствительных к сорту рабочей жидкости, чем применяемые в настоящее время гидромашины аксиального типа (даже наилучших образцов). Насосы и моторы будущего предполагается эксплуатировать на рабочих жидкостях с иными реологическими свойствами. Такой рабочей жидкостью, возможно, станет дизельное топливо, вследствие чего отпадет необходимость в дополнительных емкостях для силового гидропривода.

Сечение А-А на схеме показывает вариант конструктивного исполнения балансирной подвески ЭН с внутренними каналами и герметизирующими устройствами торцевого типа. Применение гибких шлангов в машине будет исключено, однако в прицепных агрегатах они потребуются.

На рис. 2, а показан ЭН в сочетании с комплексом разнотипных прицепных машин, устройств и агрегатов, обеспечивающих законченный технологический цикл весенней обработки полей, в том числе вспашку, внесение удобрений, сев и культивацию. Новые машины и приемы возделывания и обработки полей в сочетании с

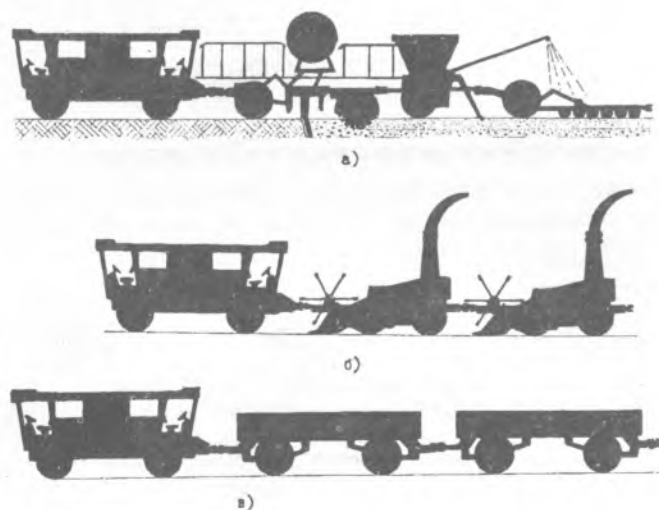


Рис. 2. Энергоноситель в комплексе с приспособлениями и оборудованием для весеннего цикла работ (а), с полукомбайнами для уборки кормов (б) и с грузовыми тележками (в).

удивительными возможностями гидропривода позволят создать комплексы с объединенной трансмиссией и, как следствие, высокой проходимости. Суммарное число ведущих колес в такой сцепке может достигать 8–12 и более пар.

Благодатное дифференциальное действие гидропривода при параллельном соединении мотор-колес ЭН и прицепных машин открывает новый путь к использованию рационального числа прицепных агрегатов и достижения наивысшей производительности.

На рис. 2, б ЭН агрегируется с одноптишными прицепными коромоуборочными полукомбайнами. Такое многомашинное, многоагрегатное сочетание до сих пор исключалось или затруднялось проблемами, вытекающими из прежней схемы работы “конь-соха”. Не меньшим препятствием было снабжение энергией множества независимых механизмов.

На рис. 3 показано применение гидропривода к ножам режущего аппарата (к косилке) на базе использования насоса-пульсатора со сканирующим движением блока цилиндров. Задействована пара диаметрально противоположных цилиндров, поршни которых работают в противофазе и посылают жидкость в соответствующие полости исполнительного цилиндра. Насос-пульсатор будет располагаться в энергоносителе в блоке с другими насосами и иметь не менее четырех пар поршней для обслуживания соответствующего числа режущих аппаратов. Парно эксплуатируемые гнезда насоса-пульсатора можно резервировать с выключением их из работы.

На рис. 2, в энергоноситель сцеплен с грузовыми тележками, оснащенными мотор-колесами. Наличие балансирной подвески и возможность суммирования потоков жидкости в единый трансмиссионный поток позволит ЭН в сочетании с необходимым количеством грузовых тележек приобрести качества скоростного грузового транспорта.

Следует заметить, что конструкторы быстро подметят возможность и пользу создания по описанному принципу легковых машин, которые незамедлительно появятся в массовом производстве, однако прежде нужно организовать выпуск соответствующих насосов и моторов.

Упомянутое дифференциальное действие гидропривода может оказаться вредным в условиях бездорожья, как это случается при эксплуатации обычных машин с механическим дифференциалом. Гидростатическая транс-

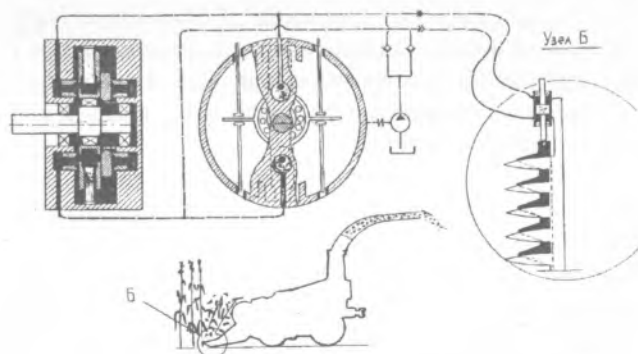


Рис. 3. Схема гидропривода для режущего аппарата косилок.

смиссия может иметь несложное устройство, которое отключит буксующее колесо или подаст на него дозированное количество жидкости.

Грузотранспортное использование ЭН с несколькими самодвижущимися тележками можно именовать безрельсовым поездом. В представленном виде такой грузовой транспорт предполагается использовать не только для нужд сельского хозяйства, но и для грузоперевозок, например, в горно-рудной промышленности. Энергоноситель, оснащенный двигателем мощностью 1000 кВт в сочетании с соответствующим количеством тележек будет соперничать с грузовиком типа БелАЗ с равновеликим по мощности двигателем и может выиграть это состязание за счет отсутствия потребности в крупногабаритных шинах и более эффективной эксплуатации.

УДК 629.114.2.073.286

Методы и средства оценки энергетики тракторных агрегатов в полевых условиях (В порядке обсуждения)

Д-р техн.наук С.А.Иофинов (С.-Пб. ГАУ)

При оценке энергосберегающих технологий существуют методы и средства определения энергетики машинно-тракторных агрегатов (МТА). С энергетикой напрямую связаны расход топлива и производительность (наработка) МТА.

Основные понятия и определения. Следует четко различать энергетику или мощностные показатели, которые может развить тракторный двигатель в данных условиях, при данном его техническом состоянии, т.е. его энергоресурс (в данный момент или за какой-то период), и энергетику, реально затрачиваемую МТА при выполнении полевых работ в данный момент (мощность) или за данный период (энергозатраты). Названные показатели обусловлены различными факторами. Энергоресурс зависит от свойств двигателя и лишь частично – от условий его применения, а расходная мощность и энергозатраты – от преодолеваемых нагрузок и имеющихся потерь, и ограничены лишь характеристиками двигателя, его энергоресурсом. Это принципиально различные понятия и неудачно, что термин “мощность двигателя” одинаково применяют к реализуемой и возможной к реализации величинам.

Для эксплуатационных условий характерны стохастические (вероятностные) нагрузки, при которых даже у абсолютно исправного двигателя мощность (энергоресурс) при номинальном режиме $N_{эн}$ оказывается значительно меньшей, чем мощность $N_{ев}$, определяемая согласно ГОСТ при детерминированном (стендовом) нагружении:

$$N_{эн} = N_{ев} \lambda, \quad (1)$$

где λ – коэффициент снижения мощности, зависящий от степени вариации нагрузки.

Обычно [4] принимают, что снижение мощности при вероятностном нагружении происходит: из-за изменения динамики рабочего процесса двигателя (учитывается

Далеким аналогом сказанному – выпускаемый одной из австрийских фирм внутривозовой, полностью гидрофицированный автотранспорт для перевозки по специальному бетонному покрытию ковша со скрапом грузоподъемностью 160 т.

С.-х. техника может убедительно показать все возможности гидропривода и его удивительные возможности, которые позволяют усовершенствовать продукцию машиностроительных отраслей, не упомянутых в данной статье.

Список литературы

1. Ершов Б.И. Гидромотор для трансмиссий // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1990, №2.
2. Ершов Б.И., Мовшович С.М., Ершов Ш.Б. Насос гидростатической трансмиссии // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1992, №3.

коэффициент λ_d ; из-за изменения средних показателей вследствие нелинейности характеристики двигателя λ_v ; вследствие индивидуальных особенностей и технического состояния данного двигателя (λ_t). На снижение энергоресурса в эксплуатационных условиях дополнительно влияет имеющийся фазовый сдвиг (угол сдвига φ) мгновенных значений силовой и кинематической составляющих мощности (крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала), определяемый инерционными свойствами динамической системы МТА, что должно учитываться коэффициентом λ_φ .

Мгновенные значения крутящего момента $M(t)$ и частоты вращения $n(t)$ можно представить векторами \vec{M} и \vec{n} , поскольку они характеризуются не только величиной, но и направлением (рис. 1). Вектор \vec{M} можно разложить на составляющие активную \vec{M}_a и реактивную \vec{M}_p , определяемую как разность векторов, отражающих инерционность M_i и податливость M_n элементов двигателя [1]. Соответственно составляющие \vec{N}_a и \vec{N}_p мгновенного значения мощности МТА определяют полную мгновенную мощность МТА: $|\vec{N}| = \sqrt{|\vec{N}_a|^2 + |\vec{N}_p|^2}$. Реактив-

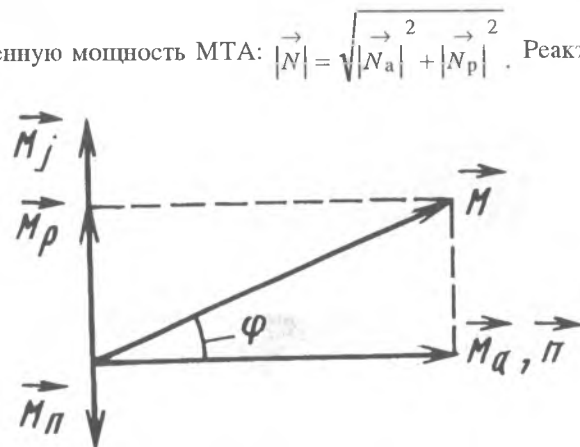


Рис. 1. Схема векторов энергетических характеристик двигателя