

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГИДРОПРИВОД МОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Кандидаты техн. наук, доценты КОРОЛЬКЕВИЧ А. В., ЖИЛЕВИЧ М. И.,
докт. техн. наук, проф. ШЕВЧЕНКО В. С., инж. КОРОЛЬКЕВИЧ В. А.*

Белорусский национальный технический университет

Все более широкое применение гидроприводов на тракторах и мобильных машинах в сельскохозяйственных, коммунальных и других отраслях приводит к росту удельной мощности гидросистем. Ведущие зарубежные фирмы производят машины с мощностью гидросистем, превышающей 70 кВт. Расширяется применение гидросистем внешнего отбора мощности, обеспечивающих возможность независимого привода различных потребителей в широком диапазоне нагружения. В настоящее время мощность для гидропривода внешних потребителей является одним из важнейших показателей эксплуатационных возможностей машин.

Учитывая, что для мобильных машин существуют жесткие ограничения по массе и габаритам, расходам топлива и рабочих жидкостей, конструкторы при создании техники стремятся к широкому применению гидросистем с многоцелевыми функциями. Это так называемые объединенные (централизованные) гидросистемы с использованием единых энергетических установок и систем кондиционирования рабочей жидкости.

Одним из показателей, характеризующих технический уровень современных гидроприводов, является применение регулируемых насосов. Такие агрегаты существенно расширяют функциональные возможности и улучшают экономические и энергетические показатели гидроприводов. При этом в гидросистеме питание всех потребителей гидравлической энергии обеспечивается от одного насоса с возможностью получения взаимонезависимых скоростных режимов исполнительных механизмов. Объемные потери мощности при регулировании расхода в такой системе практически отсутствуют. Однако до настоящего времени все возможности обеспечения высокой функцио-

нальной экономичности гидроприводов машин не использованы, и работы по поиску новых конструктивных решений продолжают.

Прогрессивная схема гидропривода самоходных машин. Достаточно большое количество гидрофицированных машин, находящихся в эксплуатации, имеют автономные гидроприводы ходовых систем, рабочего оборудования и основных механизмов [1]. К недостаткам таких устройств следует отнести отсутствие в схеме возможности регулирования скорости вала гидромотора привода рабочего оборудования. Такая необходимость существует, по крайней мере, по двум причинам: скорость вала гидромотора нестабильна, так как зависит от технического состояния гидромашин и температуры рабочей жидкости; рабочее оборудование может функционировать при разных скоростях привода. Например, для приводов рабочего оборудования сельскохозяйственных тракторов могут требоваться различные номинальные значения частоты вращения роторов порядка 540; 700; 1000, 3000 об/мин и др. Кроме того, в такой схеме отсутствует возможность реверса и торможения гидромотора привода колес машины и гидромотора привода рабочего оборудования.

С целью расширения функциональных возможностей гидропривода мобильных машин был разработан гидропривод, содержащий насос, связанный с двигателем, гидромотор привода колес машины, гидромотор привода рабочего оборудования, регулятор скорости вала гидромотора [2]. В гидросистеме используется регулируемый насос, гидропривод дополнительно содержит клапан разности давлений и логический элемент ИЛИ. Регулируемый насос соединен с гидромотором привода колес через

клапан разности давлений, пружинная полость которого соединена с регулятором скорости, а противоположная торцевая полость его – с напорной гидролинией насоса через логический элемент ИЛИ. Гидромотор привода рабочего оборудования соединен с регулируемым гидронасосом через регулятор скорости. Кроме того, в сливных гидролиниях гидромоторов установлен распределитель с обратными клапанами, параллельно регулятору скорости установлены последовательно обратный клапан и дроссель. Благодаря такому исполнению гидропривода достигается расширение функциональных возможностей мобильной машины, а именно: бесступенчатое регулирование скоростей привода рабочего оборудования и самоходной машины, возможность реверса и торможения гидромоторов привода машины и привода рабочего оборудования.

На рис. 1 представлена принципиальная схема гидропривода самоходной машины. Регулируемый насос 1, связанный с двигателем 2, соединен гидролиниями 3 и 4 с гидромотором 5 через клапан 6 разности давлений и гидролиниями 3, 7 и 4 – с гидромотором 8 через регулятор 9 скорости. Торцевая полость 10 клапана через логический элемент 11 ИЛИ соединена с гидролиниями 3 и 4. Пружинная полость 12 клапана 6 соединена с гидролинией 7. Регулятор скорости имеет регулируемый дроссель 13.

Кроме того, между гидромоторами 5 и 8 и гидролинией 4 установлены гидрораспределитель 14 и обратные клапаны 15 и 16. Гидролинии 7 и 3 соединены через обратный клапан 17 и дроссель 18. Гидролинии 3 и 4 защищены предохранительными клапанами 19 и 20. Гидропривод имеет систему подпитки, состоящую из насоса 21 подпитки, переливного клапана 22 и обратных клапанов 23 и 24. Гидроцилиндр 25 и распределитель 26 предназначены для управления подачей насоса.

Работа объединенной гидросистемы. Рассмотрим три различных условия функционирования машины:

- движение машины при неработающем рабочем оборудовании;
- функционирование рабочего оборудования без движения машин;

- функционирование рабочего оборудования при движении машины.

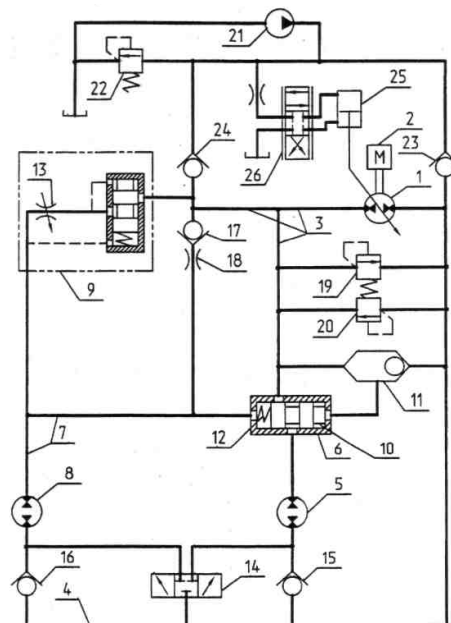


Рис. 1. Принципиальная схема гидропривода самоходной машины

Указанные варианты совместной работы машины и оборудования рассмотрим на режимах: тяги, торможения гидроприводом и реверса.

Движение машины при неработающем оборудовании. Для отключения рабочего оборудования дроссель закрывается. При увеличении подачи насоса создаваемое давление по гидролинии 3 через логический элемент ИЛИ передается в торцевую полость клапана и, преодолевая усилие пружины, сдвигает золотник клапана влево. Рабочая жидкость от насоса по гидролинии 3 через клапан поступает в гидромотор, обеспечивая движение самоходной машины. При этом небольшое количество жидкости из полости вытесняется в гидролинию 7 и далее через гидромотор 8 – в гидролинию 4 на всасывание насоса.

В режиме торможения гидромотор работает как насос и подает жидкость в насос, вынуждая его работать в режиме гидромотора. Давление, создаваемое при этом, передается через логический элемент ИЛИ в торцевую полость клапана. Золотник клапана удерживается в нижнем положении или перемещается влево, вытесняя жидкость из полости. Так как при работе гид-

ромотора 5 в режиме насоса гидролиния 3 становится всасывающей и давление в ней падает, жидкость из полости вытесняется в гидролинию 3 через дроссель и клапан.

Для получения реверса машины необходимо распределитель переключить в положение прямого соединения гидролинии 4 с гидромотором 5. Насос подает жидкость в гидролинию 4. Давление через элемент ИЛИ передается в полость клапана. Из полости жидкость вытесняется через дроссель и клапан в гидролинию 3 насоса. Из гидролинии 4 через открытый распределитель поток подается в гидромотор 5 и далее по гидролинии 3 через клапан поступает в насос. Обратный клапан препятствует проникновению потока в гидромотор 8.

Для функционирования рабочего оборудования без движения машины последнюю необходимо затормозить, например рабочим или стояночным тормозом. При работе насоса поток из гидролинии 3 через регулятор скорости жидкость поступает в гидромотор 8. Требуемая частота вращения вала гидромотора регулируется дросселем. При торможении рабочего оборудования трансмиссией гидромотор работает в режиме насоса и подает жидкость в гидролинию 4 и далее в насос, работающий в режиме гидромотора. Слив из насоса по гидролиниям 3 и 7 через открытый регулятор скорости поступает на всасывание гидромотора. В гидромотор жидкость не поступает, поскольку этому препятствует обратный клапан 15.

Для реверсивного движения рабочего оборудования распределитель необходимо перевести в правое положение, соединив гидролинию 4 с гидромотором 8 напрямую (без обратного клапана). При этом насос подает жидкость по гидролинии 4 в гидромотор 8. Далее по гидролиниям 7 и 3 через регулятор скорости поток поступает на всасывание насоса.

Функционирование рабочего оборудования при движении машин. Изменяя подачу насоса с помощью дросселя, можно отрегулировать требуемую частоту вращения вала гидромотора 8. При плавном увеличении подачи насоса машина приводится в движение. Так как регулятор скорости пропускает через себя только определенный расход жидкости, избыток подачи увеличивает давление в гидроли-

нии 3. Под действием этого давления открывается клапан и часть подачи насоса поступает в гидромотор 5 привода колес машины. В случае работы гидромотора 8 при большем перепаде давлений, чем у гидромотора 5, поток, поступающий к гидромотору, дросселируется клапаном разности давлений. При большем перепаде давлений на гидромоторе 5 поток на гидромотор 8 дросселируется регулятором скорости.

Работает гидропривод следующим образом. При увеличении подачи насоса поток поступает вначале только в гидромотор 8, так как клапан закрыт, а регулятор скорости открыт. При достижении отрегулированной частоты вращения вала гидромотора 8 излишний поток от насоса открывает клапан и поступает в гидромотор 5. Таким образом, частота вращения вала гидромотора 8 привода рабочего оборудования остается постоянной (или может меняться по заданной программе за счет регулирования с помощью дросселя), а скорость движения самоходной машины регулируется насосом.

Для торможения гидромоторов 5 и 8 следует уменьшить подачу насоса. При уменьшении расхода гидромоторы 5 и 8 работают за счет приведенных масс машины и рабочего оборудования в режиме насосов и подают жидкость в гидролинию 4 и далее в насос. При остановке любого из гидромоторов и работе второго в режиме насоса за счет использования энергии маховых масс рабочая жидкость в останавливаемый гидромотор не поступает. Этому препятствуют обратные клапаны 15 и 16. Таким образом соблюдаются требования техники безопасности.

Особенности регулирования скоростей хода машины и рабочего оборудования. На рис. 2 показаны зависимости изменения частот вращения валов гидромоторов рабочего оборудования $n_{p.o}$ и машины n_0 , n_1 и n_2 от угла регулирования насоса α .

Рабочие объемы гидромотора привода колес машины и насоса принимаем равными, а рабочий объем гидромотора рабочего оборудования составляет 0,5 объема насоса. Максимальную частоту вращения валов всех гидромашин принимаем равной 3000 об/мин. Этой частоте вращения вала гидромотора привода колес маши-

ны соответствует скорость машины, равная 15 км/ч.

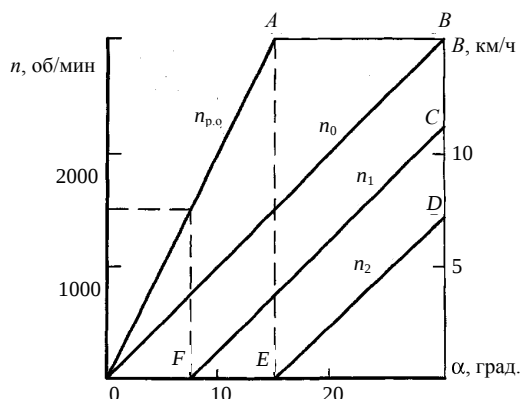


Рис. 2. Изменения частоты вращения валов гидромоторов рабочего оборудования и машины от угла регулирования насоса

При заторможенном вале гидромотора рабочего оборудования $n_{p.o} = 0$, частота вращения вала гидромотора привода колес машины в зависимости от угла регулирования насоса будет изменяться по линии OB . Правая шкала позволяет определить скорость машины при соответствующих оборотах вала гидромотора привода колес машины. При частоте вращения вала гидромотора рабочего оборудования $n_{p.o} = 3000$ об/мин подаваемая насосом рабочая жидкость до угла регулирования $\alpha = 15^\circ$ будет поступать в гидромотор рабочего оборудования, а при $\alpha > 15^\circ$ – в гидромотор привода колес машины. Линия ED показывает зависимость частоты вращения вала гидромотора привода колес машины и ее скорости от угла регулирования насоса.

В предложенном устройстве один регулируемый насос обеспечивает работу машины и рабочего оборудования в режиме бесступенчатого регулирования, что позволяет расширить функциональные возможности самоходной машины.

ВЫВОДЫ

Расширение функций гидроприводов в современных машинах диктует необходимость дальнейшего совершенствования системных решений при их проектировании и модернизации. Это позволит обеспечить высокие технические параметры машин и их необходимую конкурентоспособность на мировых рынках.

Выполнение гидропривода машин по централизованной схеме с применением регулируемого насоса позволяет обеспечить работу ходовой части и рабочего оборудования в режиме бесступенчатого регулирования, а также возможность реверса и торможения машины и рабочего оборудования. При этом улучшаются экономические и энергетические показатели машин.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Петров, В. А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин / В. А. Петров. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.
2. Патент RU 2 269 429 C1, 10.02.2006 // Официальный бюллетень. – 2006. – № 4.

Поступила 17.07.2009