

**ПРИМЕНЕНИЕ ШЕСТЕРЕННЫХ ГИДРОМАШИН
В СОСТАВЕ ГИДРООБЪЕМНОЙ ТРАНСМИССИИ**

**THE USE OF GEAR HYDRAULIC MACHINES
IN AS PART OF A HYDROSTATIC TRANSMISSION**

Ворожцов О. В., канд. техн. наук, доц.,

Селезнев Е. А., ст. преп.,

Псковский государственный университет, г. Псков, Россия

O. Vorozhtsov, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

E. Seleznev, Senior Lecturer,

Pskov State University, Pskov, Russian Federation

В статье рассмотрено применение в качестве силовых движителей в составе гидрообъемной трансмиссии шестеренных гидромашин. Представлена целесообразность применения шестеренных гидромашин в составе гидрообъемной трансмиссии. Приведена гидравлическая схема гидрообъемной трансмиссии и описание ее работы. Определены параметры гидрообъемной трансмиссии на основе шестеренных гидромашин.

The article considers the use of gear hydraulic machines as power propulsors in the composition of a hydrostatic transmission. The expediency of using gear hydraulic machines as part of a hydrostatic transmission is presented. The hydraulic scheme of the hydrostatic transmission and the description of its operation are given. The parameters of hydrostatic transmission based on gear hydraulic machines are determined.

Ключевые слова: шестеренные гидромашинны, трансмиссия, пропорциональный гидравлический распределитель, зубчатый дифференциал.

Keywords: gear hydraulic machines, transmission, proportional hydraulic distributor, toothed differential.

ВВЕДЕНИЕ

Применение гидрообъемной трансмиссии (ГОТ) в составе транспортных машин целесообразно по ряду факторов:

– обеспечивается бесступенчатое регулирование, поток мощности от двигателя к ведущим колесам транспортного средства передается без разрыва;

– сохраняется постоянный крутящий момент на ведущих колесах, что обеспечивает движение по мягким грунтам без проскальзывания;

– удельная мощность на единицу массы выше, чем у аналогичных механических передач, удобство компоновки.

Традиционно в качестве силовых движителей ГОТ применяют поршневые гидромашины, что обусловлено возможностью объемного регулирования гидромашин и высоким создаваемым давлением. Для ряда выполняемых в сельском хозяйстве работ нет необходимости в высокой мощности транспортных машин. В условиях ограниченного пространства целесообразно применение специального транспортного средства, рассчитанного на определенные виды работ (например, приствольная обработка деревьев, скашивание и измельчение сорной травы, опрыскивание). Возможность движения такого транспортного средства в прямом и обратном направлении без изменения тяговых свойств и удобства управления значительно облегчит и ускорит выполняемые работы.

Причиной снижения подачи поршневых гидромашин, что является признаком возникающей неисправности, является механический износ поршневых и распределительных пар трения гидромашин, приводящий к снижению объемного КПД [1]. Для большинства ГОТ критерием предельного состояния является снижение объемного КПД гидромашин на номинальных режимах более чем на 20 % [2]. Причинами снижения объемного КПД в ходе эксплуатации сельхозтехники, оборудованной ГОТ, являются:

– высокие нагрузочные режимы при длительном периоде работы в условиях повышенных температур окружающей среды;

– качество и чистота рабочей жидкости.

Применение шестеренных гидромашин позволит значительно снизить стоимость ГОТ и затраты на обслуживание. Шестеренные гидромашины по своим характеристикам незначительно уступают поршневым гидромашинам, а по таким параметрам, как удельная мощность на единицу массы и себестоимость производства, превосходят их [3]. К тому же, шестеренные гидромашины менее требовательны к чистоте и вязкости рабочей жидкости в сравнении с

поршневыми гидромашинами. Невозможность применения шестеренных гидромашин в качестве движителей ГОТ обусловлена постоянным рабочим объемом. Регулирование подачи в этом случае возможно только дроссельным способом, что значительно снижает КПД трансмиссии.

ШЕСТЕРЕННЫЕ ГИДРОМАШИНЫ В КАЧЕСТВЕ СИЛОВЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Регулирование шестеренных гидромашин «объемным способом» возможно в случае применения двух шестеренных гидромоторов с разными рабочими объемами, установленными на валах дифференциала. Подача рабочей жидкости осуществляется от пропорционального распределителя, положение золотника которого будет определять количество рабочей жидкости, поступающей к каждому гидромотору.

Диапазон регулирования будет зависеть от разности рабочих объемов гидромашин. Гидравлическая схема ГОТ с применением шестеренных гидромашин в качестве силовых движителей представлена на рис. 1.

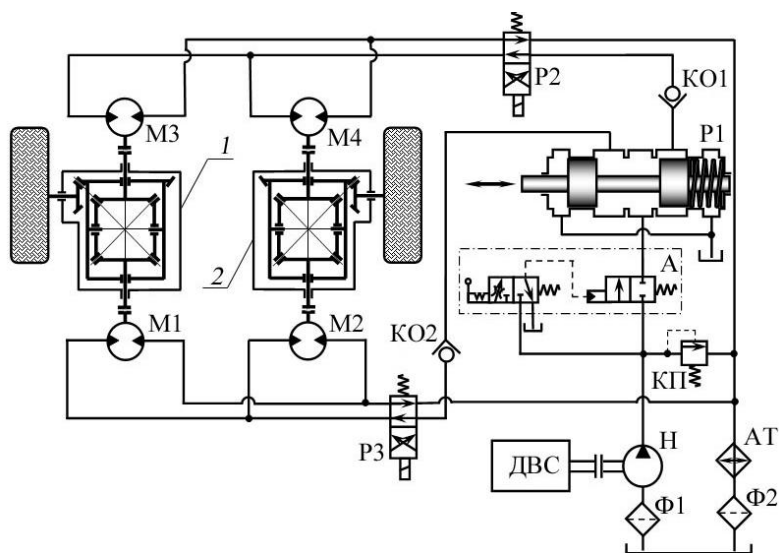


Рисунок 1 – Гидравлическая схема ГОТ на основе шестеренных гидромашин

На схеме приняты обозначения: Н – насос; М1, М2 – героторные гидромоторы; М3, М4 – шестеренные гидромоторы с внешним зацеплением; Р1 – пропорциональный распределитель; Р2, Р3 – направляющие распределители; А – устройство плавного пуска; АТ – охладитель; Ф1, Ф2 – фильтры; КО1 и КО2 – обратные клапана; 1, 2 – зубчатый дифференциал.

Распределитель Р1 в исходном положении обеспечивает подачу рабочей жидкости к гидромоторам М1 с наибольшим рабочим объемом, что обеспечивает минимальную скорость движения транспортного средства. При смещении золотника происходит перераспределение рабочей жидкости между гидромоторами, что приводит к изменению скорости вращения выходного вала дифференциала. Распределители Р2 и Р3 предназначены для создания реверсивного потока рабочей жидкости. При включении только, например, распределителя Р2 возникает противовращение валов гидромоторов М1, М2 и гидромоторов М3, М4. Этим достигается создание малых скоростей транспортного средства. В качестве гидромоторов М1 и М2, обеспечивающих начало движения транспортного средства, следует принять героторные гидромоторы, так как они обладают, в отличие от шестеренных гидромоторов с внешним зацеплением, высоким стартовым моментом и значительным рабочим объемом.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГИДРООБЪЕМНОЙ ТРАНСМИССИИ

Оптимальная скорость для большинства сельскохозяйственных работ не превышает 10 км/ч. Скорость движения транспортных средств по территории организации, в производственных и других помещениях устанавливается работодателем в зависимости от конкретных условий с учетом интенсивности движения транспортных средств, состояния дорог, перевозимого груза [4]. На практике скорость движения транспорта по территории предприятий ограничивают 5 км/ч.

Начальная скорость движения транспортного средства, когда в работе задействованы гидромоторы М1 и М2, будет изменяться от 0 до 10 км/ч в зависимости от режима их работы. По результатам предварительного расчета максимальные частоты вращения валов гидромоторов М1 и М2 при этом будут составлять 98 об/мин, а рабочий объем каждого из них – по 125 см³.

Для движения транспортного средства на наибольшей скорости будут задействованы в работе гидромоторы М3 и М4. Чтобы обеспечить максимальную скорость, например, как у трактора МТЗ-82, которая составляет 35 км/ч, частоты вращения валов гидромоторов будут составлять 344 об/мин. Объемы шестеренных гидромоторов при этом следует выбрать по 32 см³ каждый. Наибольшая подача насоса Q_n при работе гидрообъемной трансмиссии при таких параметрах гидромашин будет составлять 15,28 л/мин.

Окончательно на выбор параметров гидрообъемной трансмиссии для обеспечения требуемых скоростей движения будут оказывать влияние передаточное число главной передачи и тип применяемого дифференциала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение шестеренных гидромашин в составе ГОТ позволит значительно упростить структуру трансмиссии, снизить требования к рабочей жидкости и уменьшить стоимость ГОТ. Транспортные средства, оснащенные ГОТ с шестеренными гидромашинками, могут применяться в сельском и городском хозяйстве, например, при обработке овощных культур, уборки тротуаров городских улиц. Применение тандем-насоса позволит применять навесное и прицепное оборудование, оснащенное гидравлическим приводом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галин, Д. А. Оценка работоспособности и повышение долговечности объемного гидропривода ГСТ-90. Кандидатская диссертация / Д. А. Галин. – Саранск, 2007. – 188 с.
2. Земсков, А. М. Технология повышения долговечности объемного гидропривода (на примере ГСТ-112). Кандидатская диссертация / А. М. Земсков. – Саранск, 2014. – 292 с.
3. Vorozhtsov, O. V. Application of gear hydraulic machines in the composition of hydrostatic transmissions / O. V. Vorozhtsov, I. E. Plaksin, A. V. Trifanov.
4. Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 ноября 2020 г. № 814. – 2020.

Представлено 23.04.2023