

УДК 629.114.2

**ВЫБОР ДИАПАЗОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВУХПОТОЧНОЙ
ТРАНСМИССИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА**
SELECTION OF RANGE OF REGULATION OF THE DUAL
STREAM TRANSMISSION OF AGRICULTURAL TRACTOR

Ч.И. Жданович, канд. техн. наук, доцент, М.И. Мамонов
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

Ch. Zhdanovich, PhD in Engineering, Associate Professor, M. Mamonov
Belorussian National Technical University, Minsk, Belarus

Проведен анализ диапазона регулирования двухпоточной трансмиссии сельскохозяйственного трактора. Показано, что применение диапазонной коробки передач позволяет использовать в двухпоточной трансмиссии серийно изготавливаемые объемные гидрпередачи.

The analysis of the range of regulation of a dual-flow transmission of an agricultural tractor is carried out. It is shown that the use of a range gearbox allows the use of mass-produced hydrodynamic transfers in a double-stream transmission.

ВВЕДЕНИЕ

Сдерживающим фактором применения объемных гидрпередач является относительно низкий КПД гидромашин по сравнению с механическими трансмиссиями. В двухпоточной трансмиссии основной поток энергии передает механическая трансмиссия - чаще всего это планетарная передача (ПП), а бесступенчатое регулирование на каждой ступени механической передачи обеспечивается гидростатической трансмиссией (ГСТ).

ВЫБОР ДИАПАЗОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВУХПОТОЧНОЙ ТРАНСМИССИИ

Анализ характеристик гидромашин показывает, что наибольшие значение КПД гидромашин имеет место при номинальных параметрах функционирования.

В гидрообъемной трансмиссии диапазон силового регулирования обеспечивается изменением давления рабочей жидкости (РЖ) и рабочего объема гидромотора.

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

При максимальной мощности двигателя давление РЖ в гидропередаче зависит от величины подачи насоса

$$\Delta p = \frac{P_{\text{дв(макс)}}}{Q_{\text{н}}} \text{ или } \frac{P_{\text{дв(макс)}}}{V_{\text{н}} \varepsilon_{\text{н}} \eta_{\text{об(н)}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{дв(макс)}}$ - максимальная мощность двигателя, $V_{\text{н}}$ – рабочий объём насоса, $\varepsilon_{\text{н}}$ – параметр регулирования насоса, $\eta_{\text{об(н)}}$ - объёмный КПД насоса.

Параметры регулирования насоса изменяются от 1 до 0. При уменьшении параметра регулирования давление РЖ в гидропередачах возрастает и ограничивается настройкой предохранительного клапана $\Delta p = \Delta p_{\text{клап}}$. При максимальном давлении РЖ параметр регулирования имеет предельное значение, определяемое по формуле

$$\varepsilon_{\text{н}(p_{\text{клап}})} = \frac{P_{\text{дв(макс)}}}{V_{\text{н}} \Delta p_{\text{клап}} \eta_{\text{об(н)}}}. \quad (2)$$

Диапазон силового регулирования насоса определяется по формуле

$$D_{\text{н}} = \frac{1}{\varepsilon_{\text{н}(p_{\text{клап}})}}. \quad (3)$$

Чем меньше $\varepsilon_{\text{н}(p_{\text{клап}})}$ тем больше диапазон силового регулирования насоса, однако при уменьшении $\varepsilon_{\text{н}}$ уменьшается КПД насоса, поэтому значение диапазона регулирования насоса составляет не более 3. Диапазон силового регулирования гидромотора определяется по формуле

$$D_{\text{с(ГМ)}} = \frac{1}{\varepsilon_{\text{ГМ}(\text{min})}}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{\text{ГМ}(\text{min})}$ - параметр регулирования гидромотора при минимальном рабочем объёме.

С уменьшением $\varepsilon_{\text{ГМ}}$ уменьшается КПД гидромотора. Оптимальный диапазон силового регулирования гидромотора не более 2.

Диапазон силового регулирования гидропередачи определяется по формуле (5) и составляет не более 6.

$$D_{c(\text{гп})} = D_{c(\text{н})}D_{c(\text{гм})}. \quad (5)$$

При использовании в гидропередаче нерегулируемого гидромотора диапазон силового регулирования уменьшается, однако повышается КПД гидропередачи.

В двухпоточной трансмиссии диапазон силового регулирования ограничивается силовым диапазоном гидропередачи, а скоростной диапазон изменения подачи насоса от $\varepsilon_{\text{н}} = 1$ до $\varepsilon_{\text{н}} = 0$. При $\varepsilon_{\text{н}} = 0$ мощность передаётся с ведущего вала на ведомый по механической ветви. С увеличением $\varepsilon_{\text{н}} > 0$ мощность, передаваемая по механической ветви, уменьшается, а по гидравлической возрастает. При $\varepsilon_{\text{н}} = 1$ по гидравлической ветви передаётся максимальное значение мощности заложенной по конструкции двухпоточной трансмиссии. При использовании в двухпоточной трансмиссии реверсивного по потоку насоса скоростной диапазон трансмиссии может быть расширен в 2 раза путем уменьшения параметра регулирования насоса от 0 до -1 ($\varepsilon_{\text{н}} = -1$)

При этом происходит рекуперация энергии и суммирующий планетарный ряд перегружен крутящим моментом.

Анализ режимов работы универсального сельскохозяйственного трактора показывает, что диапазон силового регулирования трансмиссии должен составлять не менее 8, а скоростной диапазон не менее 20. При этом трансмиссии трактора должны обеспечивать три режима движения: технологический, рабочий и транспортный.

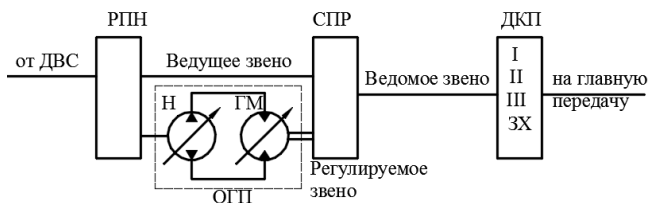
На технологическом режиме скорость движения трактора изменяется от 1,7 до 7 км/ч при этом мощность двигателя полностью не используется, а максимальная касательная сила тяги ограничивается сцеплением колес с грунтом. При этом скоростной диапазон составляет не менее 4, а силовой около 1,2.

На рабочем режиме скорость движения трактора изменяется от 5 до 15 км/ч, при этом на первой и второй передачах при скорости до 7 км/ч касательная сила тяги ограничивается сцеплением колес с грунтом. На высших скоростях 7...15 км/ч мощностью двигателя. При этом скоростной диапазон составляет не более 3, а силовой находится в пределах от 2 до 2,5.

На транспортном режиме скорости движения изменяются от 15 до 45 км/ч. При этом максимальная скоростная сила тяги ограничивается только мощностью двигателя и, соответственно, скоростной и силовой диапазон равны и составляют не менее 3.

Проведенный анализ работы гидрообъемной передачи в составе двухпоточной трансмиссии сельскохозяйственного трактора показывает нецелесообразность обеспечения всего скоростного диапазона работы трактора с помощью гидropеречд. Более целесообразным является создание двухпоточной трансмиссии, обеспечивающей скорость движения машины от 0 до максимальной на заданном диапазоне работы трактора. Для этого необходимо обеспечить работу объемной гидropеречд таким образом, что бы при параметре регулирования насоса от $\varepsilon_n = -1$ до $\varepsilon_n = 1$ скорость движения трактора была равна максимальной на заданном диапазоне работы трактора. Как видно из представленных анализов режимов работы трактора силовой диапазон регулирования на каждом из вышеуказанных режимов (технологическом, рабочем и транспортном) не превышает 3.

Для уменьшения стоимости гидropеречд целесообразно использовать серийно изготавливаемую гидropеречд с нерегулируемым гидромотором, обеспечивающим заданный диапазон (рис. 1).



РПН- редуктор привода насоса, СНР- суммирующий планетарный ряд, ОГП- объемная гидropеречд (Н-регулируемый насос, ГМ- нерегулируемый гидромотор), ДКП- диапазонная коробка передач (I – технологический диапазон, II – рабочий диапазон, III- транспортный диапазон, ЗХ – задний ход)
Рисунок 1 – Функциональная схема двухпоточной трансмиссии

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение диапазонной коробки передач позволяет использовать в двухпоточной трансмиссии серийно изготавливаемые объемные гидropеречд. Обеспечивать их работу в оптимальных режимах функционирования и безступенчатое регулирование скорости движения трактора от 0 до максимальной на выбранном диапазоне работы.