

## ЛИТЕРАТУРА

1. Метлюк, Н. Ф. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобиля / Н. Ф. Метлюк, В. П. Автушко. – М. : Машиностроение, 1980. – 231 с.
2. Герц, Е. В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие / Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.
3. Герц Е. В. Динамика пневматических приводов машин-автоматов/ Е. В. Герц. – М. : Машиностроение, 1964. – 230 с.
4. Беленький, Ю. Б. Расчет колодочных механизмов и их приводов / Ю. Б. Беленький. – Мн. : МВ ССО БССР, 1963. – 133 с.
5. Бартош, П. Р. К выбору газодинамической функции и использованию допущений при математическом моделировании пневматических приводов / П. Р. Бартош, Л. Г. Филипова. – Мн.: БНТУ, 2019. – С. 252–257 с.

Представлено 11.05.2024

УДК 629.114. 2

### **АНАЛИЗ СХЕМ ГИДРООБЪЕМНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ**

#### **ANALYSIS OF HYDROVIDEO VOLUME STEERING SYSTEMS**

**Белениник А. И.**, аспирант, **Клоков Д. В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Захаров А. В.**, канд. техн. наук, доц., **Ермилов С. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

A. Belianinik, Graduate Student, D. Klokov, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
A. Zaharov, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., S. Yermilov, Senior Lecturer,  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*В данной работе рассмотрены современные схемы, гидрообъемного рулевого управления (ГОРУ). Проанализированы преимущества с недостатками каждой схемы. Предложен перспективный вариант развития ГОРУ, учитывая актуальность энергосбереже-*

ния. Перспективная схема объединяет преимущества распределителей с открытым и закрытым центром, что позволяет повысить производительность. Обеспечивая высокое быстродействие системы и точную корректировку в операциях, требующих высокой скорости и точности.

*The paper examines modern concepts of hydrostatic power steering (HPS). The advantages and disadvantages of each scheme are analyzed. A prospective development variant of HPS is proposed, considering the relevance of energy conservation. The prospective scheme combines the benefits of open and closed center distributors, enabling enhanced performance. Ensuring high system responsiveness and precise adjustment in operations requiring high speed and accuracy.*

**Ключевые слова:** трактор, управление, энергоэффективность, непрерывность, подача, насос, безопасность.

**Keywords:** tractor, control, energy efficiency, continuity, supply, pump, safety.

## ВВЕДЕНИЕ

Гидрообъемное рулевое управление является ключевым компонентом современных сельскохозяйственных, строительных машинах и тихоходных транспортных средствах, обеспечивая эффективное и точное управление направлением движения. ГОРУ использует гидравлическую энергию для обеспечения дополнительного усилия при повороте рулевого колеса транспортного средства. Основной целью ГОРУ является уменьшение физических усилий, которые водитель должен приложить для маневрирования транспортным средством, особенно в условиях низкой скорости и больших нагрузках на управляемых колесах.

## ОБЗОР ТИПОВЫХ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ГИДРООБЪЕМНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Схема ГОРУ с распределителем с открытым центром представлена на рис. 1, а. Данная схема включает в себя насос, который обеспечивает постоянный поток рабочей жидкости при постоянном перепаде давления и обеспечивает быстрый отклик на изменения в управлении. К недостаткам приведенной схемы можно отнести постоянную циркуляцию рабочей жидкости, что снижает эффективность с энергетической точки зрения, и увеличивает потери и, как

следствие, нагрев в системе из-за постоянной работы насоса, что требует дополнительного охлаждения рабочей жидкости для снижения износа компонентов [1].

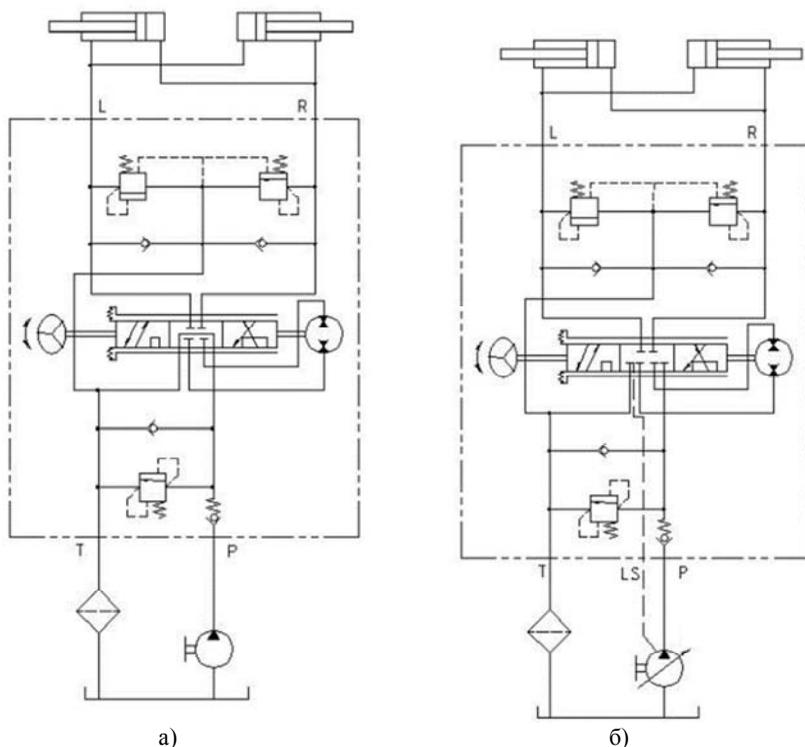


Рисунок 1 – Схемы гидрообъемного рулевого управления с открытым центром:  
 а – распределитель с открытым центром;  
 б – распределитель с закрытым центром [4]

Схема представлена на рис. 1, б отличается от рассмотренной выше тем, что в ней используется закрытая золотниковая пара, что предотвращает возврат потока рабочей жидкости в гидравлический бак при отсутствии управления. Для работы такой схемы требуется насос с переменным рабочим объемом и регулятором мощности работающий по принципу *LS (Load Sensing)* - позволяет оптимизировать энергопотребление и увеличить КПД работы гидравлической системы [2]. Однако, инерционность элементов насоса переменного

рабочего объема может стать причиной задержки выходного сигнала системы (движения исполнительных гидроцилиндров). Такая задержка особенно критична в ситуациях, где требуется мгновенная реакция, например, при управлении транспортными средствами или выполнении точных маневров. Поэтому при выборе системы с переменным рабочим объемом насоса необходимо учитывать ее инерционные характеристики и возможные ограничения для конкретного транспортного средства [3].

## ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВАРИАНТ РАЗВИТИЯ ГОРУ

В стоящее время повышается важность рационального использования ресурсов и энергосбережения. Что делает методы управления, направленные на оптимизацию энергопотребления более перспективными. Передовые системы ГОРУ сочетают преимущества распределителей открытого и закрытого центра с возможностью регулировки производительности насоса, представляют оптимальное решение приведенной на рис. 2. Такое решение способно автоматически адаптироваться к изменению нагрузки на исполнительных гидроцилиндрах и оборотах двигателя, что улучшает ее производительность, снижает затраты и продлевает срок службы оборудования. Также они обеспечивают мгновенную реакцию и постоянную корректировку в технологических операциях, требующих высокой скорости и точности.

Схема, приведенная на рис. 2, работает следующим образом. При движении транспортного средства на номинальных оборотах двигателя, вал основного насоса приводится в движение двигателем внутреннего сгорания (ДВС) и при этом схема рулевого управления работает по принципу распределителя с открытым центром. Снижение оборотов ДВС влечет за собой уменьшение потока рабочей жидкости, что приводит к увеличению нагрузки на рулевом колесе. Для устранения этого недостатка используется блок контроля потока. Если происходит снижение оборотов вала ДВС, то Блок управления подает электрический сигнал на электромеханический преобразователь электропропорционального дроссельного распределителя, входящего в БКП Р1, передающий давление через линию управления на регулятор мощности, позволяя работать насосу переменной производительности по схемы ГОРУ с закрытым центром. Что позволяет компенсировать снижение потока рабочей

жидкости и обеспечивает стабильное рулевое управление. Еще одним преимуществом такой схемы повышение энергоэффективности и увеличение общей производительности системы. В случае аварийного режима в схемах с открытым и закрытым центром оператор вынужден полагаться на собственную мускульную силу, тогда как в схеме с подпиткой в этом случае насос переменной производительности берет на себя функцию основного насоса, обеспечивая безопасное движение.

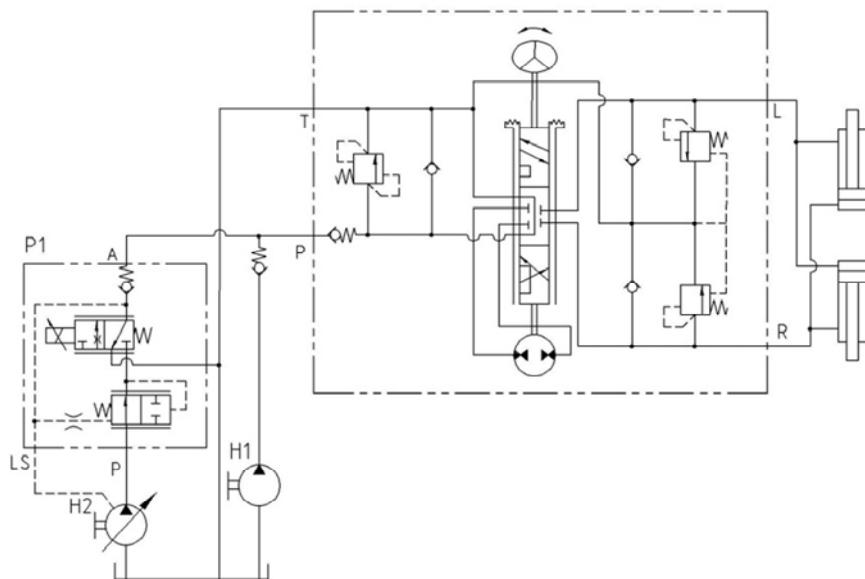


Рисунок 2 – Схема ГОРУ с блоком контроля подпитки:  
*H1* – основной насос; *H2* – подпиточный насос;  
*P1* – блок контроля подпитки (БКП);

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены основные схемы ГОРУ, принципы работы, а также преимущества и недостатки. Предложено схемное решение объединений преимуществ типовых ГОРУ путем введения БКП и автоматического изменения работы ГОРУ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бендицкий, Э. Я. Рулевое управление колесных тракторов. / Э. Я. Бендицкий. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 124 с.
2. Жданов, А. В. Обоснование основных конструктивных параметров гидравлических рулевых механизмов строительных и дорожных машин с шарнирно-сочлененной рамой. [Текст] : дис. канд. тех. наук : 05.05.04: защищена 14.12.07 : утв. 15.02.08 / Жданов Алексей Валерьевич. – Омск., 2007. – 239с. – СибАДИ.: с. 15–33.
3. Жданов А. В. Выбор основных конструктивных параметров гидрораспределителя при проектировании объемных гидроприводов рулевого управления / Ш. К. Мукушев, А. В. Жданов // Омский научный вестник. – 2006. – № 8(44). – С 87–90.
4. Дозатор-плюс : [сайт]. – URL: <https://dozatorplus.com/information/production-description/read-dosing-pumps/> (дата обращения: 02.05.2024).
5. Обзор насос-дозатора для МТЗ от FENOX (Беларусь) : [сайт]. – URL: <https://fenoxagro.com/tpost/kcrxug69o1-obzor-nasos-dozatora-dlya-mtz-ot-fenox-b> (дата обращения: 02.05.2024).

Представлено 07.06.2024