

Литье под давлением, среднее значение которого составляет 112,4, и литье по выплавляемым моделям с показателем 154,3 имеют самые высокие средние значения. Это самые дорогие и технологически сложные методы, однако именно они обеспечивают наилучшую точность, высокое качество поверхности и возможность получения деталей сложной геометрии [5, с. 55]. Их применение эффективно только в условиях массового производства.

Таким образом, прослеживается четкая закономерность: чем выше среднее значение, тем сложнее и дороже метод, но тем лучше качество и точность готового изделия. Окончательный выбор метода изготовления зависит от требуемого тиража и необходимых характеристик детали [1, с. 20].

Л и т е р а т у р а

1. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645-85. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 36 с.
2. Пиляева, О. В. Литейное производство: метод. указания к выполнению лаборатор.-практ. работ / О. В. Пиляева. – Красноярск : КрасГАУ, 2020. – 46 с.
3. Технология изготовления корпусных деталей (на примере корпуса редуктора): лекция № 9. – URL: <https://studfile.net/preview/11273536/> (дата обращения: 16.04.2026).
4. Стасенко, Д. Л. Методика расчета героторного насоса с эпициклоидальным зацеплением / Д. Л. Стасенко, Д. В. Лаевский // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2011. – № 4. – С. 27–33.
5. Бондарева, О. П. Технология конструкционных материалов. Основы литейного производства : учеб. пособие / О. П. Бондарева, Э. В. Седов, И. Л. Гоник. – Волгоград : ВолгГТУ, 2022. – 66 с.
6. Конструирование корпусов механических передач: лекция № 26. – URL: <https://studfile.net/preview/12393191/> (дата обращения: 16.04.2026).
7. Якубович, Д. И. Технология материалов. Лабораторный практикум: Формообразование заготовок литьем / Д. И. Якубович, А. И. Хабибуллин, И. А. Лозиков. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2010. – 71 с.

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ГИДРОСИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ МАШИН С LS-УПРАВЛЕНИЕМ

Д. А. Клевжиц, Ю. А. Андреевец

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Проведен анализ схмотехнических решений гидросистем мобильных машин с LS-управлением, направленных на повышение энергоэффективности и надежности гидроприводов за счет адаптации параметров рабочей жидкости к нагрузке. Использование данного подхода позволяет оптимизировать работу гидросистемы, снизить энергетические потери и повысить точность управления исполнительными механизмами.

Ключевые слова: LS-управление, гидросистема, адаптация к нагрузке, энергоэффективность.

Для безопасной эксплуатации машины, повышения производительности, совмещения и точности выполняемых операций в гидросистемах мобильных машин применяется LS-управление. Load Sensing (LS – *чувствительность к нагрузке*) – способ управления гидросистем, при котором давление нагрузки используется как сигнал обратной связи для регулирования давления насоса [1]. Гидросистемы с адап-

тацией к нагрузке снижают потери мощности при управлении скоростью нескольких гидродвигателей. Для этого используются система выбора наибольшего давления и устройство, поддерживающее постоянную разность между ним и входным давлением. В качестве этого применяется либо насос с регулятором разности давлений (объемная адаптация), либо гидроклапан разности давлений (клапанная адаптация).

LS-управление в мобильных машинах можно осуществить следующими схемотехническими решениями:

1. Гидросистема рабочего оборудования с применением секционного распределителя с компенсаторами давления и гидравлической связью с регулятором насоса (рис. 1). Контур рабочего оборудования, бульдозера гусеничного AMKODOR DC201, предназначен для выполнения тяжелых землеройных работ на грунтах I–III категории без предварительного рыхления и на грунтах выше III категории с предварительным рыхлением [2]. Основными элементами гидросистемы рабочего оборудования являются: насос Н, распределитель Р, цилиндры Ц1–Ц5, блок быстрого опускания ББО, всасывающий Ф1 и сливной фильтры Ф3.

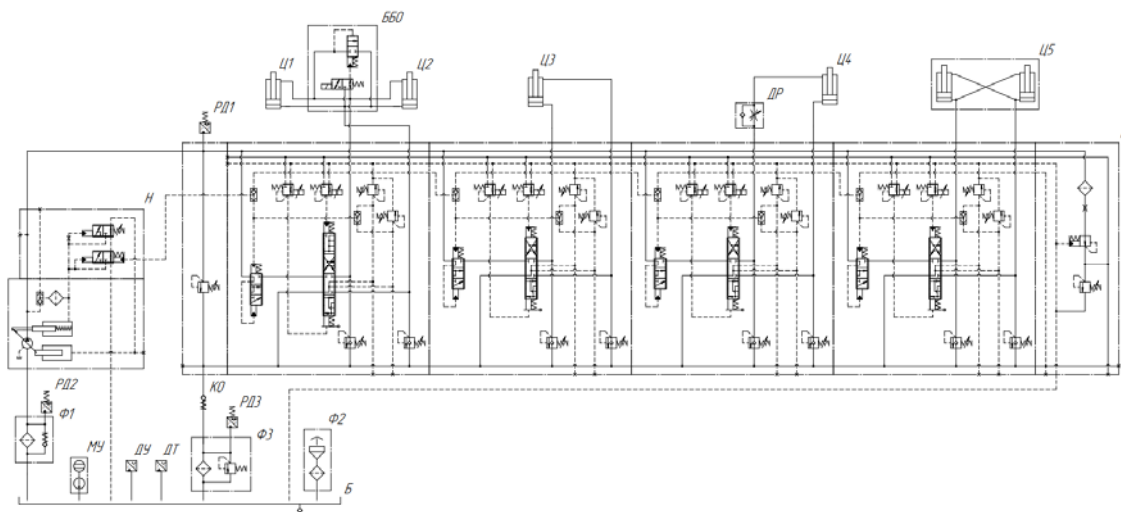


Рис. 1. Схема гидравлическая принципиальная

2. Гидросистема рулевого управления с применением насос-дозатора и гидравлической связью с регулятором основного насоса (рис. 2, а). Контур рулевого управления, экскаватора-погрузчика AMKODOR 732, предназначен для обеспечения маневренности и точности управления машиной при любых режимах работы [2]. Обеспечивает работу гидроцилиндра моста, снижая усилие на руле и позволяя оператору легко изменять направление движения. Гидросистема рулевого управления включает клапан приоритетный КПП, клапан обратный КО, тандем-насос Н1, Н2, насос-дозатор НД, всасывающий фильтр Ф3, напорный фильтр Ф1.

3. Гидросистема хода с применением гидроблока управления гидромоторов переднего М1, М2 и заднего М3 мостов и гидравлической связью с регулятором насоса (рис. 2, б). Контур хода, комбайна початкоуборочного ES6, предназначен для изменения скорости движения и изменения направления движения машины [3]. Гидросистема хода включает тандем-насос Н, объединенный гидроблок подключения управляемого моста ГБ и гидроблок блокировки управляемого моста ГБ2.

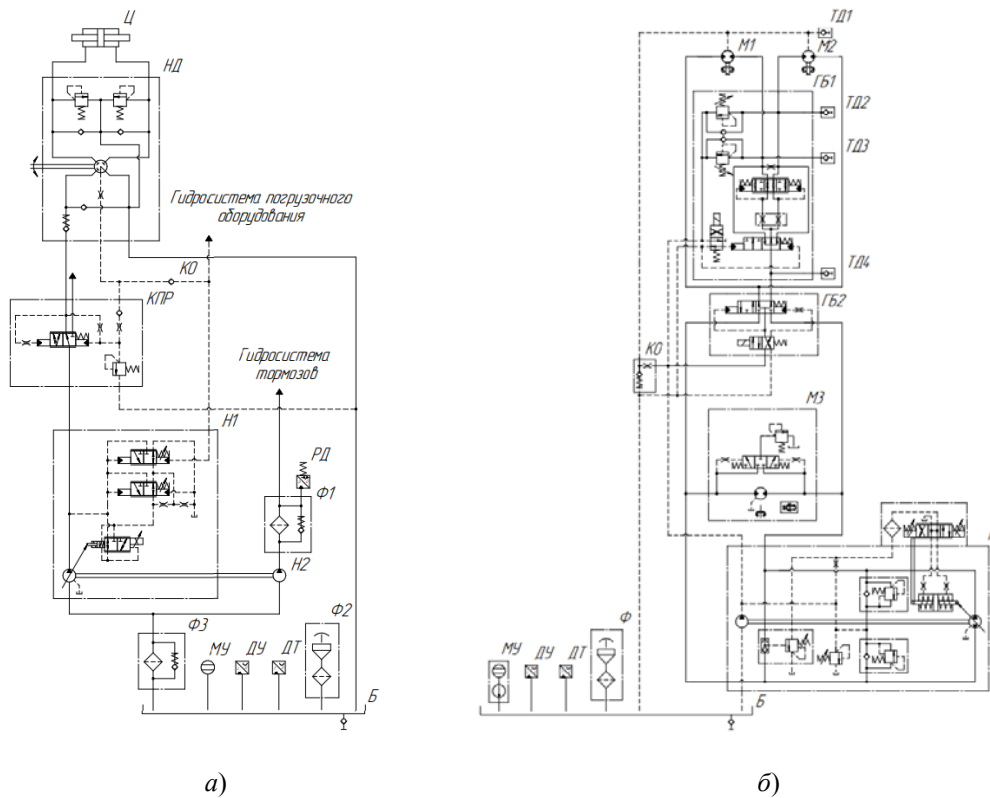


Рис. 2. Схема гидравлическая принципиальная:
а – рулевого управления; б – хода

На основе анализа схмотехнических решений гидросистем мобильных машин с LS-управлением и требованиями заказчика разработана схема гидравлическая принципиальная погрузчика с телескопической стрелой, объединяющая контуры рабочего оборудования и рулевого управления с объемной и клапанной адаптацией к нагрузке (рис. 3).

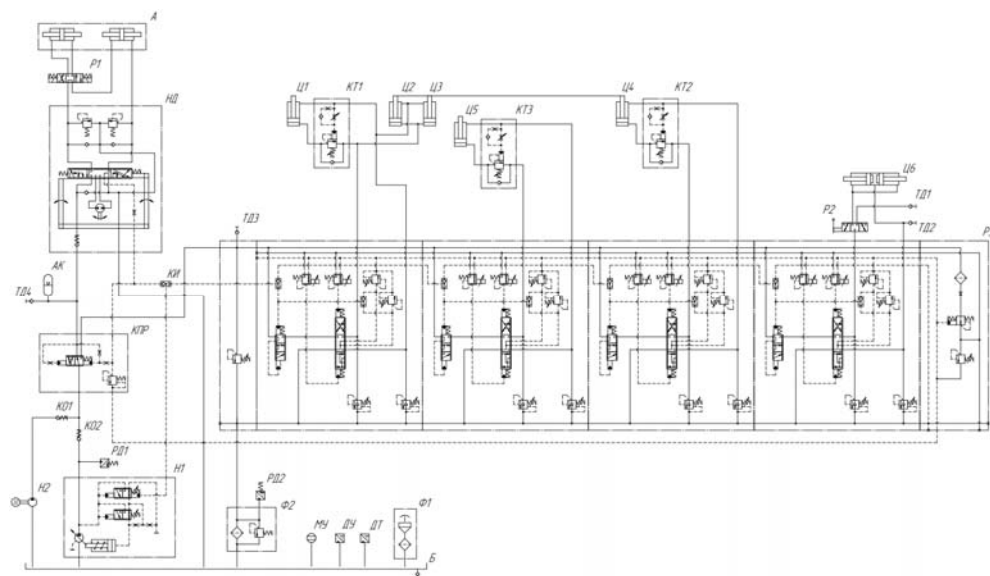


Рис. 3. Схема гидравлическая принципиальная

Гидросистема рабочего оборудования и рулевого управления выполнена с применением секционного распределителя с компенсаторами давления, насос-дозатором и гидравлической связью с регулятором насоса через клапан приоритетный и клапан ИЛИ. Контур рабочего оборудования служит для приведения в движение механизмов и рабочих органов погрузчика, и управления их движением при выполнении погрузочно-разгрузочных работ с различными видами материалов и грузов. Контур рулевого управления, с двумя ведущими мостами, предназначен для обеспечения маневренности и точности управления машиной при любых режимах работы: переднего управляемого моста (транспортный режим); переднего и заднего управляемых мостов (режим минимальный радиус поворота); поворота колес переднего и заднего управляемых мостов в одну сторону (режим «краб»).

Гидросистема погрузчика с LS-управлением обеспечивает согласование расхода рабочей жидкости с текущими нагрузками, вследствие чего при малой разнице давлений нагрузки на рабочих органах гидродвигателей достигаются минимальные потери мощности, связанные с теплоотдачей поверхностей гидропривода. Применение насоса Н с регулятором разности давлений с клапаном ИЛИ КИ обеспечивает поддержание требуемого перепада давления, передачу управляющего сигнала к регулятору и согласованную работу всех контуров системы. Использование секционного распределителя РЗ с компенсаторами давления и приоритетного клапана КПР обеспечивает стабильное распределение потоков на исполнительные механизмы и между контурами гидросистемы. Применение насос-дозатора НД способствует точности управления и повышению устойчивости отклика на управляющие воздействия.

Гидросистемы с LS-управлением характеризуются низкими потерями энергии, экономичностью и малым нагревом от дросселирования, что снижает окисление и увеличивает срок эксплуатации рабочей жидкости. По сравнению с обычными системами они гораздо менее требовательны к затратам энергии, а потери мощности зависят от перепада давления и подачи насоса, что повышает энергоэкономичность и срок эксплуатации гидросистемы.

Л и т е р а т у р а

1. Гинзбург, А. А. Дроссельное регулирование в гидросистемах и адаптация гидропривода к нагрузке (LS-принцип) : курс лекций для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / А. А. Гинзбург. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 77 с.
2. Каталог продукции ОАО «АМКОДОР». – URL: <https://amkodor.by/catalog/> (дата обращения: 24.03.2026).
3. Янкович, Д. М. Анализ схмотехнических решений автоматического переключения частоты вращения гидромоторов ходовой части комбайна / Д. М. Янкович, Ю. А. Андреевец ; науч. рук. Д. Л. Стасенко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 24–25 апр. 2025 г. : в 2 ч. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого [и др.] ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2025. – Ч. 1. – С. 49–52.

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ В ГИДРОСИСТЕМАХ

П. А. Тарун

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Андреевец

Произведен анализ основных видов структурного резервирования, применяемых в гидравлических системах для повышения их надежности. Рассмотрены принципы работы