

# Загальні питання промислової гідравліки і пневматики

УДК 621. 22

А.И. Сафонов, канд. техн. наук

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

## СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГИДРОПРИВОДОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ, ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ И КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Охарактеризованы состояние и направления развития гидравлических приводов автомобильной, дорожно-строительной и карьерной техники в соответствии с программой развития автомобильной отрасли Республики Беларусь.*

*Condition and directions for improving hydraulic drives of cars, road construction and quarry machinery are determined in accordance with the program of development of the automotive industry in the Republic of Belarus.*

### Введение

Программа развития автомобильной отрасли Республики Беларусь была разработана в целях социально-экономического развития промышленности Республики Беларусь за счет внедрения инновационных процессов в организациях отечественного автомобилестроения, карьерной и дорожно-строительной техники [1].

Перед автомобильной отраслью всегда актуальны важнейшие задачи по созданию и освоению конкурентоспособной продукции, которая по своим технико-экономическим и потребительским свойствам не должна уступать лучшим зарубежным аналогам. В этой связи, Программа способствует созданию системного подхода к инновационному развитию как автомобилестроительных организаций, так и организаций — поставщиков автокомпонентов, способствует укреплению кооперационных связей между научными и производственными организациями, созданию общеотраслевой инфраструктуры инновационного менеджмента, повышению роли научного и инженерно-технического потенциала в создании инновационной продукции. В Программе также определены наиболее важные направления развития отрасли по созданию нового поколения экспортно-ориентированной автомобильной, карьерной и дорожно-строительной техники [1].

### Общий анализ состояния и направлений развития мирового автомобилестроения

В странах ЕС одной из основных форм укрепления глобальных позиций ведущих автопроизводителей стала кооперация между фирмами, последовавшая вслед за процессами ограничения государственного регулирования экономики и создания единого экономического пространства, согласования и унификации стандартов. При этом ужесточились требования к техническим, экологическим и другим характеристикам автомобилей. Для про-

изводителей автомобилей это обусловило ужесточение требований к технологическому и производственному процессам и, как следствие, резкое повышение стоимости разработок и рост коммерческих рисков на освоение новых проектов. В результате многие фирмы столкнулись с серьезными трудностями при разработке, производстве и реализации своих изделий, что и привело к созданию европейских корпораций автомобилестроителей. Так в настоящее время насчитывается всего лишь пять независимых производителей грузовых автомобилей: Iveco, Volvo, Scania, MAN, Daimler Chrysler.

Проведенный анализ конструктивных решений, используемых названными ведущими мировыми производителями грузовых автомобилей, показал следующее. Используя модульный принцип комплектации и проектирования путем многочисленных комбинаций модулями (шасси / кабина / двигатель / коробка передач / ведущий мост / система подвески), имеется возможность выпуска широчайшего модельного ряда. Как правило, производители располагают несколькими вариантами исполнения указанных модулей автомобилей. Кроме того, используя общие базовые элементы разных поставщиков (межкорпоративные связи), разработчики сокращают время разработки новых моделей, акцентируя внимание на привлекательном и оригинальном дизайне. При этом модели разных корпораций и торговых марок внешне отличаются и остаются самостоятельными брендами, что притягивает большее число покупателей.

При конструировании автомобилей разработчики и автопроизводители особое значение придают обеспечению безопасности водителя и пассажиров, всех участников дорожного движения, надежности и экономичности машины, применяя при этом различные электронные системы и блоки.

Очевидно, что все это необходимо учитывать в развитии производства и науки в сфере гидроприводов авто-

мобильной и строительно-дорожной техники путем повышения степени унификации компонентов систем, создания агрегатов, способных эффективно работать при больших номинальных значениях давления, обладающих высокими показателями удельной мощности, надежности и экономичности.

## Общий анализ состояния и развитие производства отечественной автомобильной гидравлики

В конструкциях отечественной автомобильной и строительно-дорожной техники используются гидравлические системы различного назначения:

- системы рулевого управления (оснащаются 100 процентов автомобилей и строительно-дорожной техники белорусского производства);
- системы подъема (опрокидывания) платформы автомобилей-самосвалов производства МАЗ, БелАЗ и МЗКТ;
- системы привода навесного оборудования и технологических модулей (автомобильные краны производства “Завод Могилевтрансмаш”, строительно-дорожная техника производства ОАО “Амкодор” и ОАО “БелАЗ”);
- механизм опрокидывания кабины автомобилей МАЗ;
- привод многодисковых тормозных механизмов отдельных моделей автомобилей БелАЗ, входящий в состав объединенной гидравлической системы автомобиля;
- гидравлические и электрогидравлические системы управления гидромеханическими передачами машин (автобусы МАЗ, автомобили БелАЗ, МЗКТ, строительно-дорожная техника Амкодор).
- гидравлические и пневмогидравлические цилиндры, амортизаторы подвески машин, кабин и сидений.

Конструктивно гидравлические системы автомобильной и дорожно-строительной техники построены по клас-

сической схеме — “насос — устройство управления (регулирования) — гидродвигатель”. Основные компоненты гидравлических систем — насосы (шестеренные, аксиально-поршневые, пластинчатые), управляющие распределители с ручным или электромагнитным (автоматическим) управлением, исполнительные гидроцилиндры (гидромоторы), клапанно-регулирующая аппаратура, фильтры, жесткие и гибкие трубопроводы, гидробаки, контрольно-измерительные приборы и некоторые другие элементы.

С учетом объемов производства предприятий автомобильной отрасли приблизительная годовая потребность в основных типах гидрооборудования следующая:

- насосы аксиально-поршневые — до 8000 штук;
- насосы шестеренные и пластинчатые — до 38000 штук;
- насосы-дозаторы — до 6000 штук;
- гидрораспределители — до 13000 штук;
- гидроцилиндры различных типоразмеров — до 85000 штук;
- гидромоторы — до 5500 штук.

Структура удовлетворения потребностей предприятий автомобильной отрасли в компонентах гидравлических систем, классифицированная по месту их производства, представлена на рисунке 1.

В Республике Беларусь непосредственно на автомобильных заводах или заводах, входящих в состав ПО “БелавтоМАЗ”, “Минский тракторный завод”, “Минский моторный завод”, на ряде других предприятий изготавливаются отдельные элементы гидросистем (пластинчатые и шестеренные насосы НШ-20, 32 и 50; гидроцилиндры, распределители и клапанно-регулирующая аппаратура и др.).

Гидравлические системы рулевого управления с механической связью рулевого колеса с управляемыми колесами для широкой гаммы автомобилей (в том числе автомобилей и автобусов МАЗ) в Республике Беларусь производятся на специализированном предприятии —

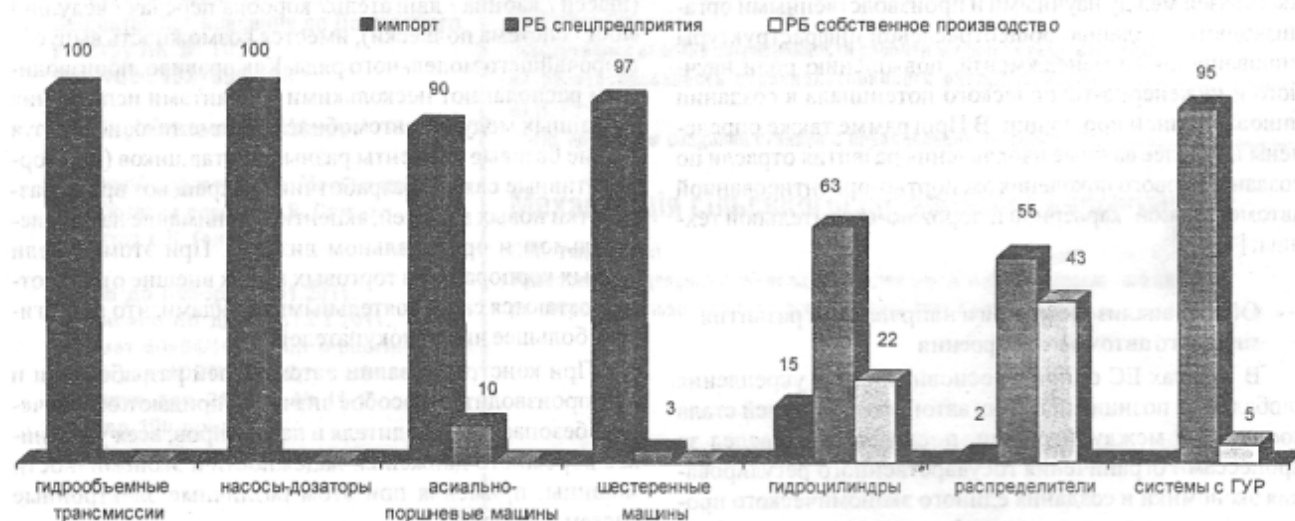


Рисунок 1. Процентное соотношение импортных и отечественных компонентов гидросистем автомобильной и дорожно-строительной техники производства РБ в 2008 году.

ОАО «Автогидроусилитель» в г. Борисове. Частично потребности ОАО «Минский автомобильный завод» в гидросистемах рулевого управления удовлетворяются РУП «Барановичский автоагрегатный завод».

Производство силовых гидроцилиндров осуществляется ОАО «Гидромаш» в г. Кобрине, ОАО «БелАЗ», ОАО «Амкодор», ПО «Гомсельмаш». Клапанно-регулирующая и золотниковая управляющая аппаратура выпускается ОАО «БелАЗ», ОАО «Амкодор», ПО «Гомсельмаш», ОАО «ГСКТБ гидроаппаратуры» (г. Гомель).

Потребности предприятий автомобильной отрасли в гидравлических шестеренных, аксиально-поршневых насосах удовлетворяются в основном за счет импорта (ОАО «Пневмостроймашина» (РФ), «Гидросила» (Украина), Sauer-Danfoss (Дания)), в насосах дозаторах — только за счет импорта (Sauer-Danfoss (Дания), Lifam (Сербия)). В Республике Беларусь освоено производство шестеренных насосов в ОАО «Житковичский моторостроительный завод», а аксиально-поршневых машин — в ООО «Хорда-Гидравлика» (г. Гомель).

Гидроаппаратура и гидросистемы, выпускаемые отечественными предприятиями, в целом соответствуют запросам потребителей автомобильной и дорожно-строительной техники, но не всегда соответствуют современным техническим требованиям по функциональным свойствам и качеству (недостаточные значения КПД и ресурс агрегатов, герметичность, преобладает ручное управление). В ряде случаев соотношение цены и качества неконкурентоспособное. По этой причине в стране целесообразно расширение специализированных предприятий (с учетом потребностей смежных отраслей машиностроения — тракторного и сельскохозяйственного) при условии выпуска гидроаппаратов, соответствующих лучшим мировым аналогам, с соблюдением приемлемого соотношения «цена / качество».

На предприятиях продолжается работа по совершенствованию гидросистем машин и их компонентов, повышается степень их унификации, а также создаются гидроаппараты, способные работать при больших давлениях. Так ОАО «Автогидроусилитель» разрабатывает пластинчатый насос привода рулевого управления, позволяющий развивать давление в системе до 15 МПа. ОАО «Гидромаш» освоил производство большого спектра гидроцилиндров с использованием высококачественных уплотнительных элементов таких фирм, как «Simrit», «Bosch» и «Shamban». ОАО «ГСКТБ гидроаппаратуры» выпускает электроуправляемые гидрораспределители, присоединительные размеры которых соответствуют международным требованиям и имеющие повышенную по сравнению с аппаратами общемашиностроительного производства герметичность, гидрораспределители, имеющие меньшие в сравнении с зарубежными аналогами габаритные размеры и массу и требующие меньшую мощность управляющих электромагнитов. Дальнейшими направлениями модернизации гидрораспределителей являются: повышение уровня безотказности, расширение диапазона рабочего электрического напряжения для устойчивой работы в критических по питанию ситуациях, расширение функциональных возможностей.

ООО «Хорда-Гидравлика» (г. Гомель) наладило серийное производство самостоятельно разработанной гаммы аксиально-поршневых гидромашин для дорожной и строительной техники. При разработке новой гаммы гидроагрегатов учитывался передовой конструкторский опыт зарубежных производителей гидравлики. В производстве гидромашин ООО «Хорда-Гидравлика» впервые в отрасли применило новейшие композиционные антифрикционные материалы, значительно превосходящие по своим триботехническим свойствам традиционно используемые в узлах трения гидромашин бронзу и латунь.

Таким образом, одним из основных результатов реализации Программы в сфере производства должен стать переход автомобильной отрасли на потребление отечественных компонентов гидросистем. Очевидно, что такая работа по эффективному развитию автомобильной и дорожно-строительной техники в целом, и ее гидросистем в частности невозможна без мощной научно-технической поддержки.

#### Научно-техническое обеспечение программы развития отрасли

В целях проведения комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских и опытно-технологических разработок на ряде предприятий автомобилестроения, в том числе ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «БелАЗ», созданы научно-технические центры.

К решению и реализации задач научного и научно-технического обеспечения отрасли привлекаются научные учреждения Национальной академии наук Беларуси, Министерства образования, в том числе в форме выполнения заданий государственных научных и научно-технических программ и (или) прямых хозяйственных договоров с организациями отрасли.

В рамках реализации мер государственной поддержки научно-исследовательских и опытно-конструкторских и опытно-технологических работ в интересах автомобильной отрасли Правительством Республики Беларусь утвержден и реализуется комплекс государственных и государственных научно-технических программ (ГНТП) за счет средств республиканского бюджета, инновационного фонда Министерства промышленности и собственных средств организаций.

Основой инновационного развития автомобильной отрасли республики является Государственная целевая программа развития автотракторостроения и комбайностроения Республики Беларусь на период до 2010 года «Автотракторокомбайностроение», утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 8 мая 2003 г. N 617 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2003 г., N 55, 5/12434). Научным обеспечением указанной программы определена ГНТП «Машиностроение», утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 января 2006 г. N 5 «Об утверждении государственных научно-технических программ на 2006 — 2010 годы» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2006 г., N 6, 5/17078). В свою очередь, в состав ГНТП «Машинострое-



ние” включены предметные подпрограммы “Автомобилестроение, специальная техника, автотракторная электроника и электромеханика”, “Дизелестроение”, “Карьерная техника”, в рамках которых разрабатывается и осваивается в производстве широкая гамма новой автомобильной, автобусной, карьерной техники и двигателей, а также бортовых систем автомобильной электроники.

На научное обеспечение отрасли, создание фундаментальной научной базы сориентированы разработки, реализуемые в комплексных программах фундаментальных и прикладных научных исследований, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь 28 ноября 2005 г. N 1339 “Об утверждении перечня государственных программ фундаментальных и прикладных научных исследований в области естественных, технических, гуманитарных и социальных наук на 2006—2010 годы” (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2005 г., N 190, 5/16844), в том числе:

- государственная комплексная программа научных исследований (далее — ГКПНИ) “Механика”, состоящая из подпрограммы ориентированных фундаментальных исследований “Динамика, надежность и управление в мобильных машинах, механических, гидравлических, газовых и биомеханических системах” и подпрограммы прикладных научных исследований “Создание новых компонентов машин и оборудования для машиностроения”; (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2005 г., N 190, 5/16844), в том числе:
- государственная комплексная целевая научно-техническая программа (ГКЦНТП) “Машиностроение” на 2006–2010 годы, государственными заказчиками — координаторами которой определены Министерство промышленности и Национальная академия наук Беларуси (НАН Беларуси), утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 августа 2006 г. N 1117 “О государственных комплексных целевых научно-технических программах” (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2006 г., N 148, 5/22868).

В целях реализации полного цикла инновационной цепочки “фундаментальные исследования — прикладные разработки — производство конкурентоспособной продукции” в ГКЦНТП “Машиностроение” включены разделы ГНТП “Машиностроение”, ГНТП “Технологии и оборудование машиностроения”, ГНТП “CALS-технологии”, ГНТП “Городское хозяйство”, ГКПНИ “Механика”, ГКПНИ “Техническая диагностика” и ГППИ “Металлургия”.

С учетом анализа перспективных направлений развития техники в области автомобилестроения перечисленные программы направлены на:

- развитие и внедрение в практику современных методов расчетов, моделирования, динамического анализа, виртуальных испытаний образцов новой автомобильной техники и станочного оборудования;
- развитие методов оценки, прогнозирования, мониторинга и обеспечения надежности и безопасности машин и технических систем;

- создание и освоение производства комплекса современных отечественных механических, гидромеханических и гидрообъемно-механических автоматизированных трансмиссий для автомобильной техники;
- создание и освоение производства комплекса бортовых электронных и мехатронных систем для мобильных машин, в том числе для автоматизации новых трансмиссий;
- создание и освоение производства новых материалов (конструкционных, фрикционных, антифрикционных, смазочных и др., в том числе с применением наноматериалов и нанотехнологий их получения) для решения специальных задач автомобилестроения;
- разработку алгоритмических и программных комплексов для решения задач управления мобильными машинами, технологическим оборудованием и их агрегатами в реальном времени и математического обеспечения их моделирования и отработки;
- разработку нормативно-технической, ремонтной документации на техническое обслуживание и ремонт автомобильной техники.

Приоритетными в долгосрочном плане для развития автомобилестроения являются ГКПНИ “Механика” и ГНТП “Машиностроение”, которыми предусматривается решение ряда крупных научно-технических проблем, непосредственно связанных с созданием комплексов новой техники. Данными программами предусматривается последующее освоение производства компонентов предприятиями — соисполнителями заданий, а также путем передачи разработок для их подготовки к производству в рамках ГНТП, что будет способствовать развитию в республике собственной индустрии наукоемких компонентов.

В настоящее время результатами выполнения программ являются новые методы, методики, развитие физико-математического аппарата описания динамики функционирования и управления в мобильных машинах, механизмах, конструкциях, механических, гидравлических, газовых и биомеханических системах, создание и применение в них наноматериалов и нанотехнологий, интеллектуальных адаптивных материалов и композитов. Во многом решены актуальные задачи по созданию новых высокоэффективных технологий динамического анализа и виртуальных испытаний мобильных машин. Разработаны математические модели пневмо- и гидросистем управления механизмами конкретных мобильных машин как научной основы создания отечественной индустрии компонентов автомобильной гидравлики. Результаты исследований ориентированы на проблемы гидропневмосистем техники ОАО “Минский автомобильный завод” и ОАО “БелАЗ”.

Определенный вклад в научное обеспечение программы развития автомобильной отрасли республики внесла и кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» Белорусского национального технического университета.

**Научно-исследовательская работа кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» БНТУ в рамках научного-технического обеспечения программы развития автомобильной отрасли республики**

В рамках научно-технического обеспечения Программы кафедрой в период с 2007 по 2009 годы выполнялся ряд НИР непосредственно связанных с ГНТП «Машиностроение», а именно — с подпрограммой «Карьерная техника».

Результатом данных работ явились :

- разработка базовой модели (конструкторской документации и программного обеспечения) встроенной системы диагностирования гидроприводов карьерных самосвалов, и адаптация разработанной системы к реальным условиям эксплуатации;
- оптимизация значений конструктивных параметров компонентов гидропривода опрокидывающего механизма платформы карьерного самосвала, повышающая эффективность работы и снижающая динамическую нагруженность его элементов;
- методика и результаты экспериментальных исследований переходных процессов в тяговом электроприводе переменного-переменного тока карьерного самосвала, позволившие усовершенствовать его конструкцию и повысить эффективность работы;
- методика и результаты расчёта статических и динамических характеристик гидрообъемного рулевого привода карьерных самосвалов особо большой грузоподъемности, позволившие обосновать оптимальные значения параметров основных элементов гидропривода рулевого управления с усилителем потока;
- методика расчета, конструкторская документация и опытный образец усилителя потока и гидрообъемного привода в целом рулевого управления карьерных

самосвалов, повышающие устойчивость работы, быстродействие и функциональные возможности рулевого управления и машин в целом;

- разработка микропроцессорных систем автоматизации и диагностирования (технические требования, алгоритмы, конструкторская документация) объединенной гидросистемы, систем контроля загрузки и топлива, системы управления электротрансмиссией карьерных самосвалов грузоподъемностью 160-240 тонн, снижающих динамическую нагруженность несущей системы и повышающих безопасность и эффективность машин в целом.

Таким образом, очевидно, что достигнутые при тесном взаимодействии кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» БНТУ и ОАО «БелАЗ» результаты вносят определенный вклад в создание инновационной отечественной продукции, а именно экспортно-ориентированной, конкурентоспособной карьерной техники, а совершенствование гидроприводов машин в целом с участием научного и инженерно-технического потенциала является одним из важных направлений развития автомобильной отрасли в республике.

**Литература**

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18.12.2007 N 1777 “О Программе развития автомобильной отрасли Республики Беларусь на 2007 — 2010 годы”// Белорусский правовой портал [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://www.pravoby.info/docum09/part07/akt07691/index.htm>. – Дата доступа: 04.10.2010.

*Надійшла 03.12.2010 р.*