

УДК 621.225

ОБ ОПЫТЕ ИЗУЧЕНИЯ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН В ХНАДУ

Г.А. Аврунин, доц., к.т.н., И.И. Мороз, ст. преп.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Рассмотрен опыт преподавания дисциплин, связанных с применением объемных гидроприводов в строительно-дорожных, подъемно-транспортных и мелиоративных машинах, благодаря которым в этих машинах достигнуты высокие технико-экономические показатели и уровень автоматизации.

Ключевые слова: объемный гидропривод (ОГП), гидроцилиндр, насос, гидромотор, гидроаппарат, рабочая жидкость (РЖ), измерительное оборудование.

ПРО ДОСВІД ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДА ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ І ДОРОЖНІХ МАШИН У ХНАДУ

Г.А. Аврунін, доц., к.т.н., І.І. Мороз, ст. викл.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Розглянуто досвід викладання дисциплін, пов'язаних із застосуванням об'ємних гідроприводів у будівельно-дорожніх, підйомно-транспортних і меліоративних машинах, завдяки яким у цих машинах досягнуті високі техніко-економічні показники й рівень автоматизації.

Ключові слова: об'ємний гідропривод (ОГП), гідроциліндр, насос, гідромотор, гідроапарат, робоча рідина (РР), вимірювальне устаткування.

ABOUT EXPERIENCE OF STUDY OF HYDRAULIC FLUID POWER FOR BUILDING AND ROAD-BUILDING MACHINES IN KHNAHU

G. Avrunin, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.), I. Moroz, Senior Teacher,
Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. The experience of teaching the disciplines, connected with the use of three-dimensional hydraulic drives in road-building, hoisting and reclamation machines has been considered. Due to these disciplines high technical and economic indexes as well as the level of automation have been attained in these machines.

Key words: hydraulic fluid power, hydraulic cylinder, pump, hydraulic motor, valve, working liquid, measuring equipment.

Введение

В ХНАДУ читаются дисциплины по изучению конструкций, методов расчета и эксплуатации объемных гидроприводов для строительных, дорожных и коммунальных машин (СДМ). К таким дисциплинам на механическом факультете относятся «Гидравлика, гидропневмопривод» и «Гидропневмо-

автоматика» для студентов III курса и «Гидравлическое оборудование СДМ» и «Эксплуатация гидроприводов СДМ» для студентов V курса обучения. Студенты-магистры изучают вопросы проектирования гидроприводов для СДМ и методы испытаний отдельных гидроустройств.

Для обучения студентов указанным дисциплинам широко используется компьютерная графика при разработке гидравлических принципиальных схем и таблиц с шифрами гидроустройств. Для лучшего понимания конструкций гидроустройств и принципа работы объемных гидроприводов широко используются учебный стенд фирмы «Festo» (Австрия) и анимационные видеоматериалы. При подготовке и проведении испытаний большое внимание уделяется корректному выбору средств измерений и метрологической обработке полученных результатов.

В настоящей статье представлен некоторый опыт преподавания дисциплин, связанных с применением объемных гидроприводов.

Анализ публикаций

В последнее время в учебной литературе, посвященной объемному гидропневмоприводу, стали более широко освещаться вопросы, связанные с обеспечением надлежащих требований по эксплуатации и повышением надежности гидропневмоустройств и приводов в целом [1, 2].

Однако, реализация каких-либо практических рекомендаций и соблюдения требований технических условий, когда речь идет об эксплуатации изделия, должна сопровождаться проведением его испытаний с целью определения технического состояния изделия и принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации или выявления причины отказа.

Гидропневмоустройства характеризуются целым рядом технических параметров (давлением, частотой вращения, крутящим моментом, температурой рабочей жидкости, мощностью и КПД), что требует проведения испытаний с использованием соответствующей аппаратуры, удовлетворяющей требованиям нормативной документации [3, 4].

Цель и постановка задачи

Целью данной статьи является попытка показать номенклатуру измерительного оборудования, необходимого для достоверной оценки технического состояния гидропневмоустройств, и порядок их метрологической аттестации.

Анализ номенклатуры контролируемых при испытаниях гидроприводов параметров

Параметры, указываемые в технических характеристиках гидроустройств, регламентируются рядом стандартов и подлежат изучению студентами [4]. Общие методы испытаний ОПП содержатся в межгосударственном стандарте ГОСТ 29015, в котором указываются технические показатели в зависимости от конструктивных особенностей и назначения гидропривода и гидроустройств, а также виды проверок и испытаний. Испытания следует проводить на РЖ, марка и класс чистоты которой указаны в стандартах или технических условиях на конкретные изделия.

Средства и методы измерений и допускаемые погрешности измерений при испытании гидроустройств регламентируются ГОСТ 17108 [3].

На рис. 1 представлена гидравлическая принципиальная схема гидропривода, оснащенного двумя гидродвигателями: гидроцилиндром Ц и гидромотором М. Для обеспечения функционирования такой двухдвигательной схемы используется насос Н с приводящим электродвигателем Э, гидробак с рабочей жидкостью Б, гидроаппаратура для реверсирования направления и изменения скорости движения рабочих органов, защиты от перегрузок и кондиционирования рабочей жидкости, в том числе: гидрораспределитель Р1 для выбора функционирующего гидродвигателя, гидрораспределитель Р2 для реверсирования движения гидроцилиндра Ц (двухстороннего действия с односторонним штоком), гидрораспределитель Р3 для реверсирования вращения гидромотора М, гидродроссели ДР1 и ДР2.

Для защиты от перегрузок служит предохранительный клапан КП. Фильтрация рабочей жидкости обеспечивается сливным фильтром Ф. Гидрораспределители золотникового типа с ручным управлением, четырехлинейного исполнения по количеству подводных p и отводящих (A , B и T) каналов имеют следующие конструктивные особенности:

Р1 – трехпозиционный с обеспечением в нейтральной позиции сообщения линии нагнетания насоса с гидробаком ($p \rightarrow T$), что обеспечивает разгрузку насоса при пуске,

т. е. пуск насоса происходит с минимальным давлением и, соответственно, с минимальной нагрузкой на электродвигатель Э. Кроме того, гидрораспределитель P1 снабжен механическим фиксатором удержания золотника в одной из трех заданных позиций (влево, вправо и нейтраль);

P2 – двухпозиционный гидрораспределитель с пружинным возвратом золотника в правое крайнее положение (приведено на схеме);

P3 – трехпозиционный гидрораспределитель, обеспечивающий в нейтральном положении разобщение всех каналов подвода и отвода рабочей жидкости (p , A , B и T), снабжен механическим фиксатором положений.

Дроссель ДР1 установлен в линии нагнетания насоса Н на входе в гидрораспределитель P1. Путем изменения проходного сечения дросселя ДР1 возможна установка начального значения подводимого расхода рабочей жидкости к гидроцилиндру Ц и гидромотору М. Дроссель ДР2 снабжен обратным клапаном КО и установлен в линии, связывающей гидрораспределитель P2 со штоковой полостью гидроцилиндра Ц. Дроссель ограничивает скорость перемещения гидроцилиндра при прямом ходе (выдвижении штока), а благодаря обратному клапану КО обеспечивает максимальную скорость обратного хода поршня.

Средства измерения, приведенные на схеме:
– манометр МН контроля давления, настраиваемого предохранительным клапаном КП;

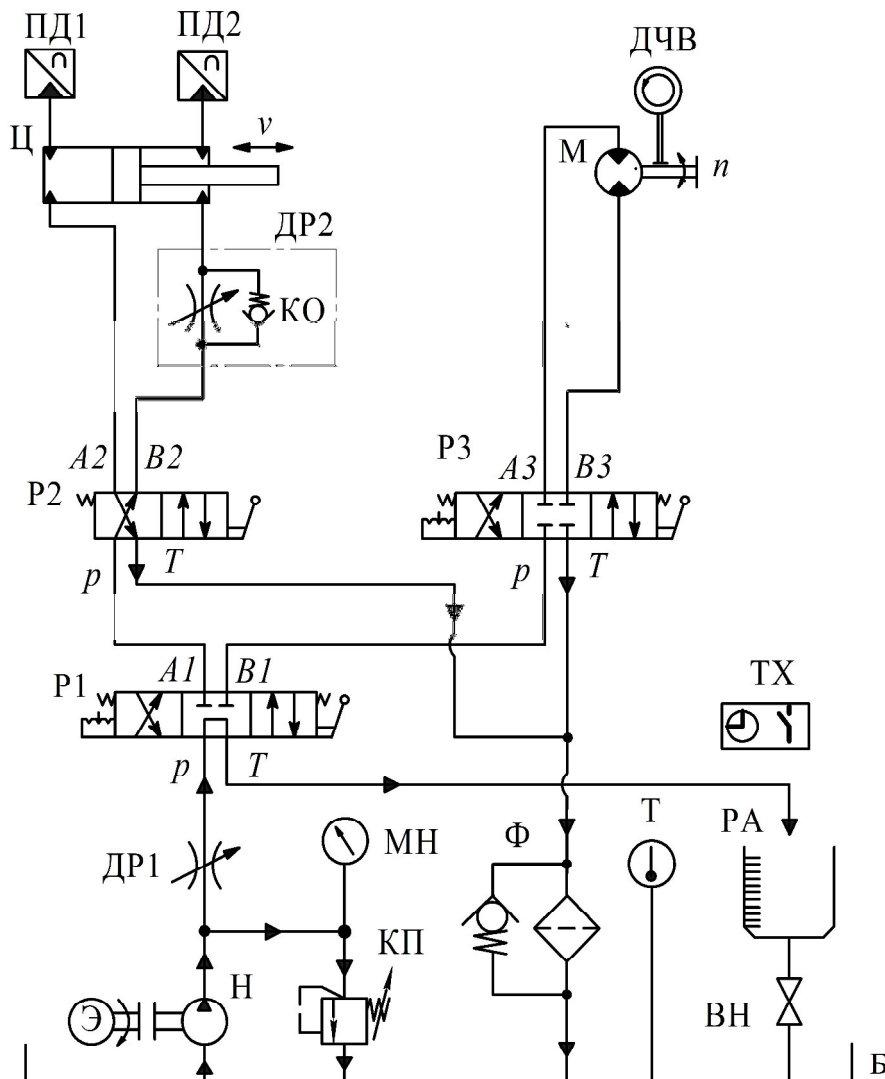


Рис. 1. Гидравлическая принципиальная схема гидропривода, смонтированная на стенде фирмы «Festo»

- датчики (преобразователи) давления ПД1 и ПД2 с аналоговым выходным сигналом, обеспечивающие вывод значений давления с помощью аналого-цифрового преобразователя на персональный компьютер ПК;
- датчик частоты вращения ДЧВ, обеспечивающий измерение частоты вращения при реверсивном направлении вращения вала гидромотора М;
- расходомер РА, представляющий собой мерную емкость с задвижкой ВН, количество поступающей жидкости в которую контролируется тахометром ТХ.

На рис. 2 приведен внешний вид стенда, на котором смонтирован гидропривод согласно схеме на рис. 1. Для удобства монтажа все соединения трубопроводов выполнены в виде гибких шлангов РВД с быстроразъемными соединениями и запорными (обратными) клапанами.

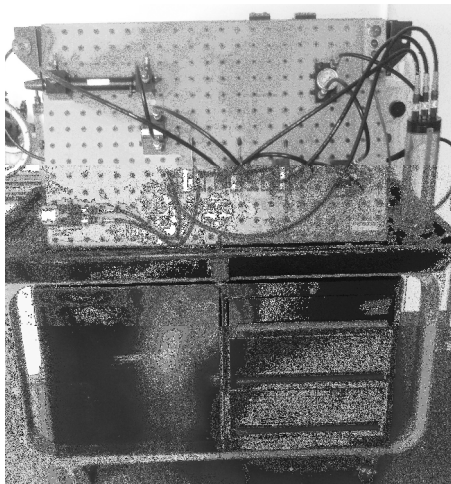


Рис. 2. Стенд для проведения лабораторных работ фирмы «Festo»

На данной стендовой установке возможно определение коэффициента подачи насоса, гидромеханического КПД гидромотора косвенным методом, давления страгивания поршня гидроцилиндра, получения данных по перепадно-расходным характеристикам гидрораспределителей, дросселей, обратных клапанов и фильтров. При использовании дроссельных способов регулирования скорости перемещения гидроцилиндра или частоты вращения гидромотора возможна сравнительная оценка по теплонагруженности и функциональным приоритетам способов при установке дросселей на входе, выходе или параллельном потоке.

При проведении экспериментальных исследований и стендовых испытаний гидроустройств ОГП обработку результатов измерений параметров проводят согласно ГОСТ 17108 [3]. При этом средства измерений параметров должны быть подвергнуты поверке по ГОСТ 8.002 и иметь свидетельство о поверке, поверительное клеймо или пломбу, подтверждающие их пригодность к эксплуатации

В зависимости от вида испытаний согласно ГОСТ 17108 установлены три группы точности измерения. При точных и исследовательских испытаниях погрешности измерения должны соответствовать группе точности 1, при периодических испытаниях – группе 2, при приемосдаточных испытаниях – группе 3. Допускаемые значения суммарной погрешности параметров, соответствующие указанным группам точности измерения, приведены в указанном стандарте.

Последовательность обработки результатов измерений статических величин, снятых по показаниям приборов, приведена в работах [4, 5].

При использовании оригинальных средств измерений при стендовых или натурных испытаниях ОГП или отдельных гидроустройств проводят их государственную метрологическую аттестацию (МА) в региональных научно-производственных центрах Украины по стандартизации, метрологии и сертификации. На основании результатов проведения МА определяют соответствие разработанного устройства измерения его технической характеристике, изложенной в эксплуатационной документации (паспорте или руководстве по эксплуатации), и выдают соответствующее свидетельство.

Для проведения МА разрабатывается соответствующая программа и методика.

В качестве характерного примера рассмотрим определение допустимой приведенной погрешности при измерении давления, которую рассчитывают по формуле

$$\gamma_p = \frac{P_i - P_o}{P_{np}} \times 100, \%,$$

где p_i – давление, измеренное устройством, p_o – давление, измеренное рабочим этало-

ном, $p_{пр}$ – верхняя граница диапазона изменения давления.

Устройство считается выдержавшим испытание, если значения основной приведенной погрешности при любом исследуемом значении давления не превышают значения, указанного в эксплуатационной документации. Результаты метрологической аттестации оформляются протоколом поверки устройства, который является обязательным итоговым документом и основанием для оформления свидетельства о государственной метрологической аттестации.

Выводы

Приведенная направленность обучения студентов механического факультета ХНАДУ дисциплинам по изучению основ объемного гидропривода и методов его испытаний, а также порядка проведения метрологической аттестации нестандартных средств измерений, позволяет рассчитывать на их достаточно уверенную адаптацию на начальном этапе трудовой деятельности при проектировании и эксплуатации в области строительных и дорожных машин.

Литература

1. Фінкельштейн З.Л. Експлуатація, обслуговування та надійність гідравлічних машин і гідроприводів : навч. посіб. / З.Л. Фінкельштейн, П.М. Андренко, О.В. Дмитрієнко; за ред. П.М. Андренка. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – 308 с.
2. Григоров О.В. Гідравлічний привід підйомно-транспортних, будівельних та дорожніх машин: навч. посіб. / О.В. Григоров. – Х.: НТУ «ХПІ», 2005. – 264 с.
3. Гидропривод объемный. Методы измерения параметров: ГОСТ 17108-79. – [Введен с 1988-01-01]. – 15 с. – М.: ИПК Изд-во стандартов (Межгосударственный стандарт).
4. Аврунин Г.А. Эксплуатация гидравлического оборудования строительных и дорожных машин: учебное пособие / Г.А. Аврунин, И.Г. Кириченко, В.Б. Самородов; под ред. Г.А. Аврунина. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 438 с.
5. Зайдель А. П. Ошибки измерений физических величин / А. П. Зайдель. – М. : Наука, 1974. – 180 с.

Рецензент: А.В. Полярус, профессор, д.т.н., ХНАДУ.