

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра тракторов и автомобилей

В. А. Белоусов, Г. Н. Гурков

ГИДРОПРИВОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА С РАЗОМКНУТОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ПОТОКА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

Методические указания по изучению дисциплины и выполнению лабораторной работы для студентов, обучающихся по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства

**Горки
БГСХА
2015**

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное использование тракторов, комбайнов и автомобилей, срок их службы во многом определяются состоянием гидравлических систем различных приводов. Гидроприводы являются неотъемлемой частью современной машины и обеспечивают необходимые эксплуатационные свойства. Современные гидроприводы являются сложными и дорогостоящими устройствами. Поэтому глубокое знание инженерами кадрами сельскохозяйственного производства, вопросов конструкции, регулирования и технического обслуживания систем гидроприводов позволит не только полнее использовать потенциал современной машины, но и поддерживать ее в постоянном исправном техническом состоянии.

Цель данных методических указаний – оказать помощь студентам инженерных специальностей при изучении конструкций объемных гидроприводов с разомкнутой циркуляцией потока рабочей жидкости и проведении параметрических испытаний данного типа привода.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА

В гидроприводе рассматриваемого типа рабочая жидкость забирается насосом из бака и под давлением поступает по нагнетательному трубопроводу в распределитель, затем в гидродвигатель, откуда по сливному трубопроводу направляется снова в бак.

При выполнении лабораторной работы проводятся параметрические испытания, в результате которых определяются основные параметры насоса, гидромотора и гидропривода в целом, а также устанавливается взаимная связь между этими параметрами. На выполнение лабораторной работы отводится 6 часов лабораторно-практических занятий.

Задачи испытаний:

- изучить устройство и основные правила эксплуатации лабораторной установки для испытания объемного гидропривода;
- освоить методику проведения параметрических испытаний объемного гидропривода;
- определить по результатам испытаний основные параметры и построить рабочие характеристики насоса, гидромотора, гидропривода.

Лабораторная установка. Комплексная лабораторная установка, гидрокинематическая схема которой представлена на рис. 1, позволяет проводить индивидуальные испытания насоса, гидромотора, а также испытания гидропривода в целом.

Испытываемый гидропривод включает шестеренный насос НШ-46У, гидромотор НШ-32У, соединенные трубопроводами. Насос 3 приводится в движение непосредственно от трехфазного асинхронного электродвигателя 17, статор которого установлен балансирно на подшипниковых опорах и соединен с весовым устройством, что позволяет в процессе испытаний измерять крутящий момент на валу насоса.

Рабочий перепад давлений насоса определяется по показаниям манометра 4.1, подсоединенного к нагнетательному трубопроводу, и мановакуумметра 2, подсоединенного к всасывающему трубопроводу. Частота вращения вала насоса определяется с помощью однокулачкового прерывателя 16, включенного в электрическую цепь импульсного счетчика, и электрического секундомера. На нагнетательной линии насоса установлен напорный золотник 5, защищающий насос и указанную линию от перегрузки, в особенности при пуске электродвигателя, когда возможно возникновение гидравлического удара. Нагнетательный трубопровод насоса присоединен к гидромотору 6.

Гидромотор 6 соединен непосредственно с трехфазным генератором 18, представляющим собой электрический тормоз. Нагрузка генератора регулируется жидкостным реостатом 19, пластины которого посредством проводов, щеток и контактных колец присоединены к обмоткам ротора генератора. Статор генератора установлен балансирно на подшипниковых опорах и соединен с весовым устройством, что дает возможность в процессе испытаний измерять крутящий момент на валу гидромотора.

Рабочий перепад давлений гидромотора определяется по показаниям манометров 4.2 и 4.3, подсоединенных к входному и сливному трубопроводам. Частота вращения вала гидромотора определяется с помощью однокулачкового прерывателя 16, импульсного счетчика и электрического секундомера. Так как кулачок прерывателя имеет привод от вала генератора посредством шестеренной передачи, передаточное число которой равно 2, то показание импульсного счетчика нужно умножать на 2. Визуальный контроль частоты вращения вала гидромотора осуществляется электрическим тахометром.

Гидроблок 7 высокого давления, состоящий из регулируемого дросселя, предохранительного клапана и оснащенный манометром

20.1, используется в случаях испытаний насоса (к нему тогда непосредственно от насоса присоединяется нагнетательный трубопровод).

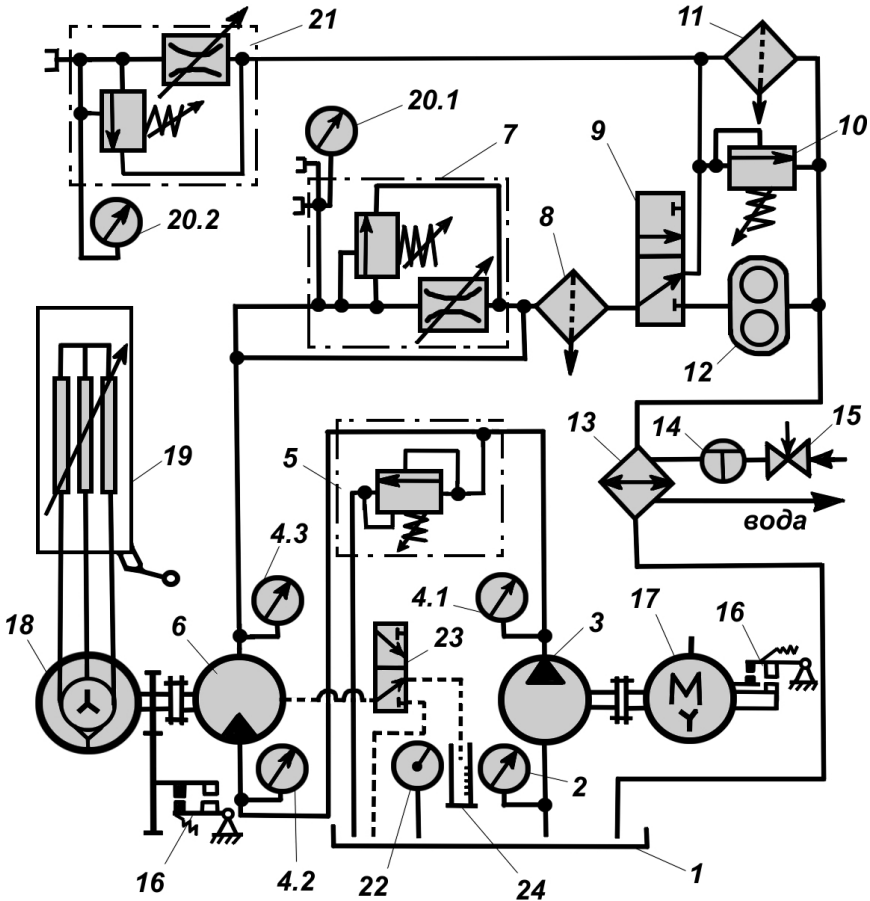


Рис. 1. Схема лабораторной установки:

1 – бак; 2 – мановакуумметр; 3 – гидронасос; 4.1, 4.2 и 4.3 – манометры; 5 – напорный золотник; 6 – гидромотор; 7 – гидроблок высокого давления; 8 – сетчатый фильтр; 9 – трехходовой кран; 10 – предохранительный клапан; 11 – центробежный фильтр; 12 – счетчик-расходомер; 13 – теплообменник; 14 – терморегулятор; 15 – вентиль; 16 – одно-кулачковый прерыватель; 17 – трехфазный асинхронный электродвигатель; 18 – трехфазный генератор; 19 – жидкостный реостат; 20.1 и 20.2 – манометры; 21 – гидроблок низкого давления; 22 – термометр; 23 – трехходовой кран; 24 – мерный цилиндр

При испытании гидропривода дроссель гидроблока 7 должен быть полностью открытым. Гидроблок 21 низкого давления, состоящий из регулируемого дросселя, предохранительного клапана и оснащенный манометром 20.2, используется при испытании некоторых агрегатов тракторных гидросистем. В данных случаях при испытании гидропривода вход его закрыт специальной пробкой, дроссель должен быть полностью открытым.

Очистка рабочей жидкости производится фильтрами: сетчатым 8 и центробежным 11. Защита центробежного фильтра от перегрузки осуществляется предохранительным клапаном 10.

Трехходовой кран 9 служит для перевода потока рабочей жидкости перед началом опытов на объемный счетчик-расходомер 12. Трехходовой кран 23 используется для направления дренажных утечек гидромотора при опытах в мерный цилиндр 24.

Для поддержания необходимой температуры рабочей жидкости при опытах в гидравлической схеме установки имеется теплообменник 13 и терморегулятор 14. Охлаждающая жидкость – вода, поступающая из водопровода через вентиль 15, проходит через терморегулятор 14, сечение которого изменяется в зависимости от температуры рабочей жидкости в баке 1, и далее в теплообменник 13, откуда, нагреваясь, сбрасывается в канализационную трубу.

Подготовка установки к опытам. Перед пуском установки необходимо произвести наружный осмотр ее, проверить крепления, убедиться в том, что нет подтекания масла. Рабочие пластины жидкостного реостата должны быть выведены из раствора и находиться в крайней верхней положении. Установить дроссели высокого и низкого давления в положение «открыто», трехходовой кран 9 – в положение, соответствующее движению масла через центробежный фильтр, трехходовой кран 23 – для слива дренажных утечек гидромотора в бак. Счетчики импульсов, секундомер должны быть выключены. Включить рубильник и автомат защиты на распределительном щите, кнопкой «пуск» включить электродвигатель насоса. При этом вал гидромотора начнет вращаться.

После непродолжительного холостого хода (3...5 мин) нужно дать нагрузку гидромотору, чтобы ускорить процесс прогрева и довести температуру масла до рабочей (50°C). Для этого с помощью пускателя включить ток возбуждения генератора и медленно опустить рабочие пластины жидкостного реостата в раствор, установить их сначала на

небольшую нагрузку; по мере прогрева нагрузку увеличить до максимальной.

Контроль температуры осуществляется по дистанционному термометру 22, датчик которого установлен в баке. Убедившись, что температура масла достигла рабочей (обычно для объемного гидропривода она равна 50°C) и не возрастает больше, так как вступил в работу терморегулятор, который поддерживает это установленное значение температуры, можно приступить к выполнению опытов, необходимых для получения характеристик насоса, гидромотора, гидропередачи.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТОВ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Перед началом опытов установить рукоятку трехходового крана 9 в положение «счетчик-расходомер»; в этом случае весь поток масла, за исключением дренажных утечек гидромотора, проходит через расходомер и далее через теплообменник – на слив в бак. При этом стрелка расходомера движется по шкале.

Первый опыт проводится при холостом ходе. Для этого нужно вывести рабочие пластины реостата из раствора, выключить ток возбуждения генератора. Далее проводятся 6...7 опытов с нагрузкой гидромотора. Нагрузка в течение каждого опыта поддерживается постоянной, но увеличивается от опыта к опыту. Продолжительность каждого опыта определяется временем прохождения контрольного объема V жидкости (например, 10 дм³) через счетчик-расходомер. Когда стрелка расходомера нашла на деление, принятое за начальное, одновременно включаются тумблером электрический секундомер, счетчики импульсов и поворачивается рукоятка трехходового крана 23 для перевода дренажных утечек гидромотора в мерный цилиндр. Одновременно на агрегатах установки загораются сигнальные лампы, оповещающие о том, что начался и идет опыт.

Во время опыта измеряются следующие параметры: нагрузки по шкале весового устройства насоса F_N и гидромотора F_M , давления на входе насоса p_v и гидромотора p_m , давления на выходе из насоса p_n и гидромотора p_c , частота вращения вала гидромотора (визуально по тахометру), температура T масла в баке. Все эти параметры записываются в табл. 1 измерений.

Когда стрелка расходомера нашла на деление, принятое за конечное, одновременно выключаются счетчики импульсов, электрический секундомер и переводится рукоятка трехходового крана 23 в положение

ние, при котором дренажные утечки гидромотора сливаются в бак. Сигнальные лампы на агрегатах установки гаснут, что означает окончание опыта. В таблицу измерений списываются с приборов продолжительность t опыта, числа оборотов валов насоса Σn_n и гидромотора Σn_m в течение опыта; по мерному цилиндру определяется объем дренажных утечек ΔV за время t опыта.

Повторность каждого опыта трехкратная.

Т а б л и ц а 1. Результаты измерений

Показания приборов	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Насос								
Весовой механизм F_n , кг								
Давление на выходе p_n , МПа								
Давление на входе p_b , МПа								
Счетчик оборотов вала Σn_n , об								
2. Гидромотор								
Весовой механизм F_m , кг								
Давление на выходе p_m , МПа								
Давление на входе p_c , МПа								
Счетчик оборотов вала Σn_m , об								
Тахометр n'_m , мин ⁻¹								
Время опыта t , с								
Наружные утечки ΔV , см ³								
Температура масла T , °С								

Контрольный объем рабочей жидкости по счетчику-расходомеру $V = \underline{\hspace{2cm}}$ дм³

Обработка результатов. По результатам опытов определяются и записываются в табл. 2 следующие показатели.

Крутящие моменты на валах насоса и гидромотора соответственно, Н·м:

$$M_n = k_1 \cdot F_n,$$

$$M_m = k_1 \cdot F_m,$$

где $k_1 = 7,02$ – коэффициент пропорциональности между величиной крутящего момента и показанием шкалы весового устройства (масштаб тарировки).

Частоты вращения валов насоса и гидромотора соответственно, об/с:

$$n_n = \Sigma n_n / t ,$$

$$n_m = 2 \cdot \Sigma n_m / t ,.$$

Мощности на валах насоса и гидромотора соответственно, кВт:

$$N_n = 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_n \cdot M_n ,$$

$$N_m = 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_m \cdot M_m .$$

Так как путевыми потерями расхода масла в нагнетательной линии между насосом и гидромотором можно пренебречь, то действительная подача насоса равна расходу питания гидромотора, $\text{дм}^3/\text{с}$:

$$Q_n = Q_m = (V + \Delta V) / t ,.$$

Теоретическая подача насоса, $\text{дм}^3/\text{с}$:

$$Q_{т.н} = q_n \cdot n_n ,$$

где q_n – рабочий объем насоса, $\text{дм}^3/\text{об}$.

Теоретический расход гидромотора, $\text{дм}^3/\text{с}$

$$Q_{т.м} = q_m \cdot n_m ,$$

где q_m – рабочий объем гидромотора, $\text{дм}^3/\text{об}$.

Объемные КПД насоса и гидромотора соответственно:

$$\eta_{о.н} = Q_n / Q_{т.н} , \quad \eta_{о.м} = Q_{т.м} / Q_m .$$

Рабочие перепады давления насоса и гидромотора соответственно, МПа:

$$\Delta p_n = p_n - p_v ,$$

$$\Delta p_m = p_m - p_c .$$

Полезная мощность насоса, кВт:

$$N_{п.н} = \Delta p_n \cdot Q_n .$$

Мощность, подведенная к гидромотору, кВт:

$$N_{п.м} = \Delta p_m \cdot Q_m .$$

Общие КПД насоса и гидромотора соответственно:

$$\eta_n = N_{п.н} / N_n , \quad \eta_m = N_m / N_{п.м} .$$

Гидравлический КПД системы (без учета гидравлических потерь в насосе и гидромоторе):

$$\eta_{\Gamma} = \Delta p_{\text{м}} / \Delta p_{\text{н}} .$$

Кинематическое передаточное отношение гидропривода:

$$i_{\text{гп}} = n_{\text{м}} / n_{\text{н}} .$$

Силовое передаточное отношение (коэффициент трансформации момента):

$$k_{\text{гп}} = M_{\text{м}} / M_{\text{н}} .$$

Общий КПД гидропривода:

$$\eta_{\text{гп}} = N_{\text{м}} / N_{\text{н}} = k_{\text{гп}} \cdot i_{\text{гп}} .$$

Объемный КПД гидропривода:

$$\eta_{\text{о}} = \eta_{\text{гп}} / \eta_{\Gamma} .$$

Результаты расчетов всех вышеприведенных показателей по каждому опыту записываются в табл. 2.

По результатам расчетов проводится анализ и строятся графические зависимости (характеристики) следующих величин и (рис. 2):

а) подачи, потребляемой мощности, объемного и общего КПД насоса от его рабочего перепада давления при $n_{\text{н}} = \text{const}$;

б) крутящего момента, частоты вращения вала, объемного и общего КПД гидромотора от его рабочего перепада давления;

в) силового и кинематического передаточного отношения, КПД гидропривода от рабочего перепада давления насоса.

Краткий анализ характеристик. При давлении насоса, равном нулю подача его весьма близка к теоретической $Q_{\text{т.н}}$, а объемный КПД $\eta_{\text{о.н}} \approx 1,0$. По мере возрастания давления подача и соответственно объемный КПД уменьшаются сначала по линейной, а затем по криволинейной зависимости.

В объемных насосах, в отличие от лопастных, номинальный режим находится значительно правее режима максимального КПД. Это дает возможность использовать на рабочих режимах насоса более высокое давление.

В пределах давления $(0,5 \dots 1,0) \cdot p_{\text{н.ном}}$ КПД насоса изменяется незначительно, поэтому в расчетах можно принимать $\eta_{\text{н}}$ равно $\eta_{\text{н.ном}}$, приводимому в справочных материалах.

На внешних характеристиках гидромотора наблюдается линейная зависимость крутящего момента вала от рабочего перепада давления. Для трогания вала с места необходимо создать некоторый перепад давления $p_{\text{м.п}}$, соответствующий пусковому моменту $M_{\text{м.п}}$.

Кривая объемного КПД гидромотора аналогична кривой объемного КПД насоса. Общий КПД имеет максимум левее номинального режима.

Т а б л и ц а 2. Результаты обработки опытных данных

Наименования величин	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Насос								
Частота вращения вала n_n , об/с								
Момент на валу M_n , Н·м								
Мощность на валу N_n , кВт								
Действительная подача Q_n , $\text{дм}^3/\text{с}$								
Теоретическая подача $Q_{т. н.}$, $\text{дм}^3/\text{с}$								
Объемный КПД $\eta_{о. н.}$								
Рабочий перепад давлений Δp_n , МПа								
Полезная мощность $N_{п. н.}$, кВт								
Общий КПД η_n								
2. Гидромотор								
Частота вращения вала n_m , об/с								
Момент на валу M_m , Н·м								
Мощность на валу N_m , кВт								
Теоретический расход $Q_{т. м.}$, $\text{дм}^3/\text{с}$								
Действительный расход Q_m , $\text{дм}^3/\text{с}$								
Объемный КПД $\eta_{о. м.}$								
Рабочий перепад давлений Δp_m , МПа								
Потребляемая мощность $N_{п. м.}$, кВт								
Общий КПД η_m								
3. Гидропривод								
Передаточное отношение $i_{гп}$								
Коэффициент трансформации момента $k_{гп}$								
Объемный КПД η_o								
Гидравлический КПД η_r								
Общий КПД η								

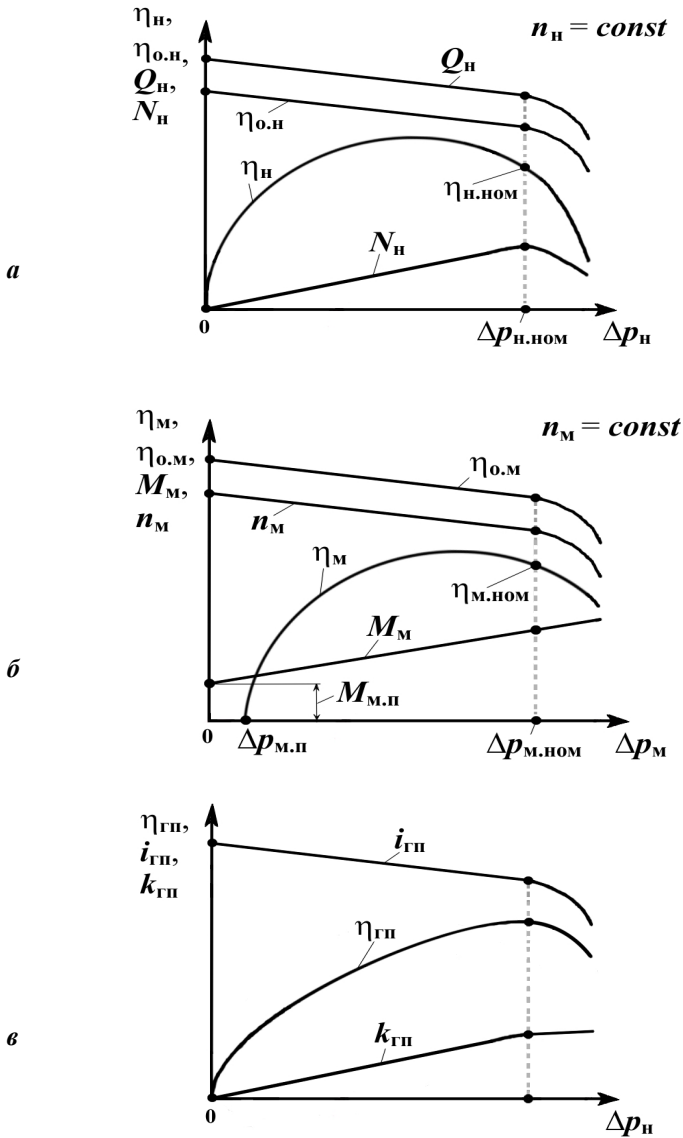


Рис. 2. Внешние характеристики:
a – насоса; *б* – гидромотора; *в* – гидропривода

Контрольные вопросы

1. Объяснить основное содержание методики проведения параметрических испытаний объемного гидропривода.
2. Как определить подачу, мощность, объемный и общий КПД насоса?
3. Как определить расход, мощность, объемный и общий КПД гидромотора?
4. Как определить передаточное отношение, объемный и общий КПД гидропривода?

ЛИТЕРАТУРА

1. Ж а р с к и й М. А. Гидравлика и гидропривод : пособие / М. А. Жарский – Минск : Экоперспектива, 2010. – 358 с.
2. Гидропривод сельскохозяйственной техники : пособие / В. С. Лахмаков [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2009. – 164 с.
3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта [и др.]. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
4. Л е п е ш к и н А. В. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник: в 3ч. Часть 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак – 3-е изд. – М.: МГИУ , 2005. – 352 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Лабораторная установка для проведения параметрических испытаний объемного гидропривода.....	3
2. Проведение опытов и обработка результатов	7
Литература.....	14