

Министерство образования Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Хабаровский государственный технический университет»

**ГИДРОПРИВОД МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ
ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 170400
«Машины и оборудование лесного комплекса»

Хабаровск 2002

ТОГУ *Т.И.И.*
Кафедра «МОЛЕ»

УДК 632.03 (75)

Гидропривод машин и оборудования лесного комплекса: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 170400 «Машины и оборудование лесного комплекса» / Сост. В.А. Иванов. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 27 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по гидроприводу лесопромышленного оборудования, в частности, по изучению шестеренных насосов, гидроманипуляторов и гидроцилиндров.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Технология и оборудование лесопромышленного производства» и методического совета дальневосточного лесотехнического института.

© Издательство Хабаровского
государственного технического
университета, 2002



ВВЕДЕНИЕ

Методические указания включают три лабораторные работы, посвященные определению характеристик насосов, гидромоторов и параметров гидравлического привода технологического оборудования лесных машин.

Каждая работа выполняется бригадой в составе четырех – шести студентов. Рабочее место подготавливается заведующим лабораторией и учебным мастером. При проведении занятий необходимо соблюдать правила техники безопасности, изложенные в указаниях. Каждое занятие рассчитано на 2 часа. Результаты оформляются в виде отчета по установленной форме.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Испытание шестеренных насосов на стенде КИ – 4815М-03

1. Цель работы

Определение работоспособности шестеренных насосов НШ-50, определение объемной и минутной подачи на гидравлическом стенде КИ – 4815М-03.

2. Задание

- 2.1. Ознакомиться с конструкцией и гидравлической схемой стенда.
- 2.2. Подготовить стенд к работе.
- 2.3. Выполнить измерение параметров двух насосов.
- 2.4. Составить и проанализировать характеристики насосов.

3. Оборудование рабочего места

Стенд КИ – 4815М-03, два шестеренных насоса, рабочий инструмент, журнал наблюдений.

4. Описание лабораторной установки

4.1. Описание стенда КИ – 4815М-03

Стенды КИ – 4815М-03 и КИ – 4815М предназначены для обкатки, регулирования, испытания и проверки в процессе эксплуатации и при ремонте агрегатов гидроприводов тракторов, комбайнов, экскаваторов, лесных и сельскохозяйственных машин. На стенде КИ – 4815М-03 можно испытывать насосы НШ10, НШ32, НШ46, НШ50; распределители типа Р76 и Р80; цилиндры Ц55, Ц75, Ц90, Ц100, Ц110, Ц125 и другие агрегаты гидросистем тракторов и лесопромышленного оборудования.

На стенде КИ – 4815М, кроме указанного, испытывают и регулируют насосы НШ167, НПА64 и НШ100 и распределители типа Р150.

Стенды конструктивно подобны и имеют одинаковые габариты. Они состоят из рамы, привода, гидросистемы и электрооборудования.

Привод стенда состоит из электродвигателя и клиноременной передачи. Электродвигатель установлен на чугунной плите, закрепленной в шарнирах на раме. Мощность электродвигателя – 22 кВт, число оборотов в минуту – 1500.

Гидросистема (рис. 1.1) состоит из расходного бака Б, гидроблока БГ с дросселем высокого давления и предохранительным клапаном, центробежного фильтра Ф1 (центрифуга двигателя Д-50), сетчатого фильтра Ф1 охлаждающего устройства АТ (бак со встроенным радиатором), терморегулятора РТ (РТ-15), манометров МН1 и МН2 высокого (МТП-160) и низкого (МОШ-100) давления.

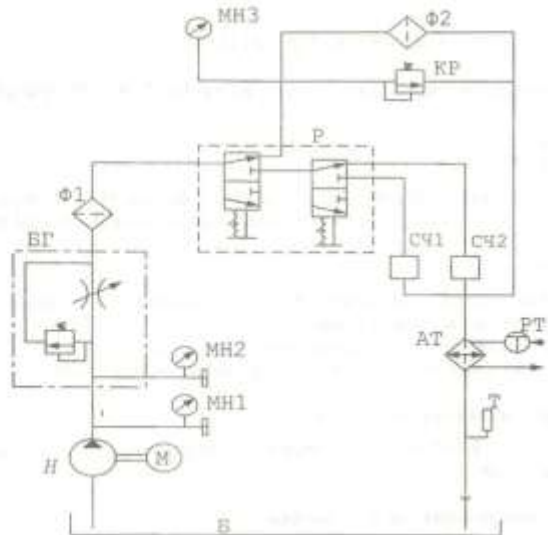


Рис. 1.1. Схема гидросистемы стенда КИ-4815-М3 для испытания гидроагрегатов:

АТ – устройство охлаждающее; Б – бак; БГ – блок гидравлической; КР – клапан редукционный центробежного фильтра; МН1 – манометр МОШ 1-100 кл. 2,5, 16 кгс/см²; МН2 – манометр МТП-160 кл. 1,5, 250 кгс/см²; Р – храни; РТ – регулятор температуры РТ-15; СЧ1 – счетчик жидкости ШЖУ-25М16; СЧ2 – счетчик жидкости ШЖУ-40С-5; Т – термометр ТПН2-Б; Ф1 – фильтр; Ф2 – фильтр центробежный; Н – испытуемый насос

Расположение приборов и элементов управления стендом приведено на рис. 1.2.

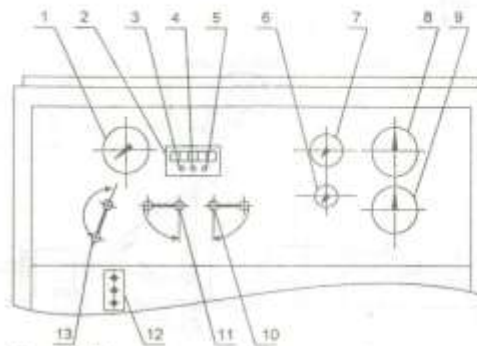


Рис. 1.2. Расположение приборов и элементов управления:

1 – манометр давления нагрузки; 2 – электронный счетчик отборов ЭСО-5; 3 – тумблер включения сети питания счетчика ЭСО-5; 4 – тумблер включения-выключения счета счетчика ЭСО-5; 5 – кнопка сброса показаний счетчика ЭСО-5; 6 – термометр рабочей жидкости; 7 – манометр режима центробежного фильтра; 8 – счетчик подачи жидкости (от 40 до 120 л/мин); 9 – счетчик подачи жидкости (от 7 до 40 л/мин); 10 – рукоятка включения тонкой очистки и счетчика жидкости; 11 – рукоятка переключения счетчиков жидкости; 12 – ключевая станция электропривода; 13 – рукоятка дроссели нагрузки

При техническом обслуживании стенда (рис. 1.3.) выполняются следующие операции:

- смазывают в подшипниковых узлах опоры шкива (с периодичностью через каждые 500 ч работы) через пресс-масленки солидолом Ж ГОСТ 1033-79;
- рабочую жидкость меняют через 200...250 ч; расходный бак очищают от осадков и промывают дизельным топливом; сетчатый фильтр промывают дизельным топливом через 70...80 ч;
- предохранительный клапан гидравлического блока и редукционный клапан сливного золотника проверяют на срабатывание не реже одного раза в месяц и, при необходимости, регулируют давление.

Предохранительный клапан должен пропускать поток масла при 17,5 МПа, а редукционный – 0,6...0,7 МПа. Температура рабочей жидкости – 45...50°C.

Ежемесячно перед началом работы контролируют вращение ротора центрифуги при установленном температурном режиме жидкости (50°C). При отсутствии шума после остановки электродвигателя снимают ротор с оси и прощупывают отверстия форсунок и сетку.

При необходимости ремни натягивают с помощью натяжного болта, расположенного с правой стороны стенда. Стрела прогиба 9±2 мм при усилки оттягивания 35...50Н.

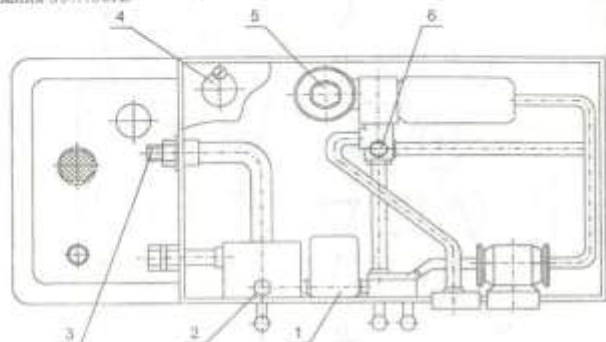


Рис. 1.3. Техническое обслуживание:

1 - фильтр сетчатый грубой очистки; 2 - клапан предохранительный гидроблока; 3 - основное приспособление для регулировки гильзы золотника; 4 - датчик с указателем настройки температуры терморегулятора РТ - 15; 5 - фильтр центробежный тонкой очистки; 6 - клапан редукционный фильтра 5

4.2. Описание шестеренных насосов

В гидроприводах машин применяются различные шестеренные насосы, различающиеся по устройству, развиваемому давлению, производительности, габаритам и др. факторам. Основные марки шестеренных насосов представлены в табл. 1.1.

Начальные буквы марки означают название и тип насоса, цифра соответствует теоретической подаче нового насоса в см^3 за один оборот шестерен. В марках насосов последних выпусков введены цифры 2 или 3 (через дефис), что означает: насос второго или третьего исполнения с рабочим давлением 14 или 16 МПа. Буквы Е, У и К после цифры - модель гидронасоса. Левое направление вращения ведущей шестерни указывается на этикетке насоса буквой Л, правое не указывается.

Гидронасосы и гидромоторы являются основными ремонтируемыми узлами гидрооборудования различных машин, лимитирующими надежность и ресурс гидравлических систем.

Требования, предъявляемые к насосам и двигателям гидравлических систем, сводятся, в общем, к обеспечению заданных давления и производительности при минимальном весе и габаритах, максимального КПД, минимальной трудоемкости изготовления, простоты обслуживания, надежности работы в эксплуатационных условиях, большого ресурса. Этим требованиям вполне

удовлетворяют шестеренные насосы, имеющие бесспорное преимущество по сравнению с другими типами насосов по своей простоте, весовым характеристикам, дешевизне и надежности. Благодаря перечисленным преимуществам шестеренные насосы и нашли свое применение в различных конструкциях машин и оборудования.

Основные показатели гидронасосов

Таблица 1.1

Гидро-насос	Рабочее давление, МПа	Рабочий объем насоса, $\text{см}^3/\text{об}$	Частота вращения (номин.), 1/мин	Коэф. подачи	Масса (без присоединительной аппаратуры), кг	Пределы изменения рабочей частоты вращения вала привода, 1/мин
НШ6Т	1,0	6,3	2000	0,9	2,18	960 2500
НШ10Е2	14,0	10,0	1920	0,9	2,6	960 3000
НШ32У	10,0	31,7	1500	0,9	5,3	960 2400
НШ46У	10,0	45,7	1500	0,9	7,0	1100 1750
НШ32-2	14,0	31,5	1920	0,92	6,6	960 2400
НШ50У	14,0	49,1	1920	0,92	6,3	960 2400
НШ50-3	16,0	48,8	1920	0,92	7,47	960 2400
НШ5-2	14,0	50,8	1920	0,92	7,40	960 2400
НШ67-2	14,0	69,0	1500	0,92	17,5	960 2000
НШ100-2	14,0	98,8	1500	0,92	17,7	960 2000
НМШ-25	1,6	25,0	1500	0,85	5,26	1200 1900
НМШ-50	1,6	50,0	1500	0,85	6,12	1200 1900

Типичные шестеренные насосы (НШ10-Е2, НШ50У и др.) состоит из корпуса, качающего узла, крышки и уплотнений. К качающему узлу относятся ведущая и ведомая шестерни, четыре опорных втулки (или две втулки, изготовленные в виде восьмерки, что позволяет предотвратить утечку рабочей жидко-

сти по стыковым поверхностям и повысить надежность и жесткость качающего узла). В узле крышки имеется карасная манжета, уплотняющая приводной конец ведущей шестерни, опорное и стопорное кольца. К корпусу крышку крепят болтами с пружинными шайбами.

Автоматическая компенсация зазоров по торцам шестерен происходит за счет поджатия рабочей жидкостью подвижных втулок к торцам шестерен. Узел уплотнения состоит из манжеты и двух металлических колец, специального уплотнения и вкладыша. Резиновое уплотнение и вкладыш в углублении корпуса предотвращают утечки жидкости. Кольца манжеты препятствуют выдавливанию ее в зазор между хвостиками втулок и отверстиями в крышке.

Корпуса насосов НШ10-Е НШ50У изготавливают из алюминиевого сплава АЛ-9, подшипниковые втулки – из бронзы или алюминиевого сплава, шестерни – из стали 18ХГТ (их наружные поверхности цементированы).

Корпуса насосов типа НШ50-2 и НШ100 изготавливают из алюминиевого сплава АЛ-11. В корпусе размещена подшипниковая обойма, выполненная в виде полуцилиндра с четырьмя подшипниковыми гнездами, где вращаются ведущая и ведомая шестерни. Шестерни изготовлены из стали 18ХГТ, а их наружные поверхности также цементированы на глубину 0,1...0,13 мм и HRC59...63.

5. Порядок проведения работы

5.1. Общие положения

Гидроагрегаты не могут иметь абсолютную герметичность, поэтому часть жидкости просачивается через зазоры и по дренажным сливным трубопроводам стекает в бак. Производительность насоса должна определяться с учетом объемных потерь:

$$Q_n = Q_{\text{н}} + Q_{\text{от}} \quad (\text{л/мин}), \quad (1.1)$$

где $Q_{\text{н}}$ – расход полезный на гидродвигатель, л/мин; $Q_{\text{от}}$ – объемные потери, л/мин.

Потребная производительность насоса определяется так:

$$Q_n = \frac{q_n \eta_{\text{об}}^{\text{н}} n}{1000} \quad (\text{л/мин}), \quad (1.2)$$

где q_n – рабочий объем или удельная производительность насоса, см³/об; n_n – скорость вращения вала насоса, об/мин; $\eta_{\text{об}}^{\text{н}}$ – объемный КПД насоса.

Объемный КПД насоса зависит от количества жидкости, просочившейся через зазоры, от полноты заполнения камер насоса и количества воздуха, неразрешенного в жидкости. Объемный КПД насоса определяется по формуле:

$$\eta_{\text{об}}^{\text{н}} = 1 - \frac{\Delta Q_n}{Q_{\text{тн}}}, \quad (1.3)$$

где ΔQ_n – разность между теоретическим ($Q_{\text{тн}}$) и фактическим (Q_n) расходом за один оборот или в единицу времени, л/мин.

С достаточной для практического использования точностью теоретическую подачу шестеренного насоса можно подсчитать по формуле:

$$Q_{\text{тн}} = 2 \cdot 10^{-4} m d_n m n n_n \quad (\text{л/мин}), \quad (1.4)$$

где d_n – диаметр начальной окружности впадин шестерен, мм; m , n – модуль и ширина шестерен, мм.

Рабочее давление нагнетания насоса определяется при установившемся режиме работы гидродвигателя и складывается из потерь ($\Delta P_{\text{ин}}$) в напорных магистралях гидропередачи и давления на входе в гидродвигатель:

$$P_{\text{нн}} = P_{\text{н}} + \Delta P_{\text{ин}} \quad (\text{кгс/см}^2), \quad (1.5)$$

где $P_{\text{н}}$ – давление в напорной магистрали.

Мощность потребления для привода насоса определяется по формуле:

$$N_n = \frac{P_{\text{нн}} Q_n}{600 \eta^{\text{н}}} \quad (\text{кВт}), \quad (1.6)$$

где $\eta^{\text{н}}$ – общий КПД насоса.

Общий КПД насоса определяется по формуле:

$$\eta^{\text{н}} = \eta_{\text{об}}^{\text{н}} \eta_{\text{м}}^{\text{н}}, \quad (1.7)$$

где $\eta_{\text{м}}^{\text{н}}$ – механический КПД.

Характеристики насоса НШ32У-3 от давления приведены на рис. 1.4.

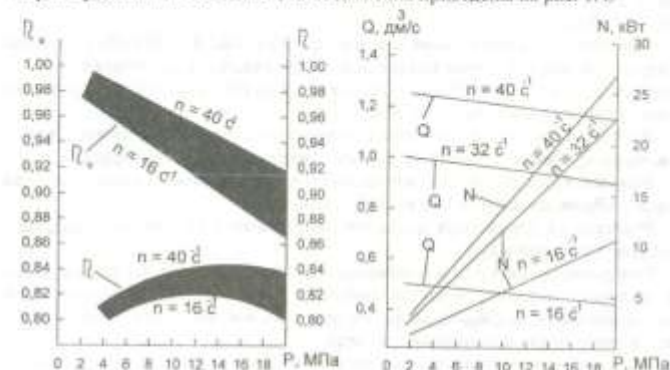


Рис. 1.4. Зависимость подачи Q , мощности N , объемного КПД $\eta_{\text{об}}^{\text{н}}$ и общего КПД $\eta^{\text{н}}$ насоса НШ32У-3 от давления P при различной частоте вращения n в интервале температур рабочей жидкости $t = 303 - 353 \text{ K}$ ($30 \dots 80^\circ \text{C}$)

5.2. Производится установка на стенд первого из испытываемых насосов Н (см. рис. 1.1). Установленный на стенде насос Н забирает рабочую жидкость из гидробака Б по всасывающему проводу насоса. Из нагнетательной полости насоса рабочая жидкость поступает на вход в блок гидравлический БГ с дросселем ручного управления и предохранительным клапаном, ограничивающим максимальное давление. Манометр МН2 показывает давление, соответствующее степени открытия дросселя.

Рабочая жидкость проходит очистку в фильтре Ф1. Краном Р1, имеющим два переключателя, рабочая жидкость может быть направлена либо на тонкую очистку центробежным фильтром Ф2, либо на замер через один из счетчиков жидкости СЧ1, СЧ2. Редукционный клапан КР обеспечивает режим работы центробежного фильтра, контролируемый по манометру МН1. Рабочая жидкость в охлаждающем устройстве АТ охлаждается до температуры РТ. Температура рабочей жидкости измеряется термометром Т.

5.3. Выполните монтаж схемы гидропривода, изображенной на рис. 1.1.

5.4. Проверьте положение рукояток управления (см. рис. 1.2).

Электропривод 12 управления включается в направлении «Правое вращение». Рукоятка 13 управление дросселя должна находиться в положении «Открыто», рукоятка счетчика – в положении «Выключен». Вся рабочая жидкость будет проходить через центробежный фильтр. На устройстве нагружена установка нагрузки $R=0$. Манометр МН3 должен показывать давление не более 0,65...0,70 МПа.

При использовании в схеме насосов НШ 50-2, НШ-67, НШ 100-2 рукоятка 11 переключателя счетчиков жидкости должна находиться в положении подчл в пределах 40...120 л/мин. При испытании насосов Н-10Е-2, НШ 32-2 рукоятка 11 находится в положении 7...40 л/мин.

Во избежание выхода из строя счетчиков жидкости их включение допустимо после предварительной работы насоса через центробежный фильтр.

Нажмите (соответственно направлению вращения насоса) кнопку 12 пуска стенда – «Левое вращение» или «Правое вращение».

Рукоятку 13 управления дросселем установите в положение $\frac{1}{4} \alpha_{\max}$ (α – угол поворота рукоятки).

Поверните рукоятку 12 в положение «Счетчик выключен». Весь поток рабочей жидкости проходит через включенный рукояткой 11 соответствующий счетчик жидкости. Выберите на шкале счетчика жидкости два деления, соответствующие началу и окончанию отсчета.

Промежуток между делениями должен соответствовать объему жидкости согласно табл. 1.2 в зависимости от марки насоса. В соответствии с выбранными отметками шкалы счетчика жидкости с помощью секундомера выполните замер времени прохождения стрелки между крайними делениями. Пользуясь табл. 1.2, определите расход жидкости по формуле (1.8):

$$Q = \frac{Q_d}{t}, \quad (1.8)$$

где Q_d – расчетный объем жидкости, л (см. табл. 1.1); t – время прохода стрелки между крайними делениями, мин.

Измерения проведите три раза. Результаты занесите в таблицу 1.3. Одновременно в таблицу занесите показания манометров МН2 (P_2).

Таблица 1.2

Таблица объемов отсчета

Марка насоса	Объем отсчета, л
НШ 10 Е-2	30
НШ 32-2, НШ 32У-2	90
НШ 50-2, НШ 50У-2	130
НШ 67	180
НШ 100-2	250

Таблица 1.3

Результаты измерений

№ насоса	P_2 , кг/см ²	Q_d , л	t , сек	Q_n , л/мин	$Q_{\text{шт}}$, л/мин	$\eta_{\text{ш}}$	N_n
1	P_1						
	P_2						
	P_3						
2	P_1						
	P_2						
	P_3						
3	P_1						
	P_2						
	P_3						

5.5. Последовательно нагружая насос нагрузкой P_i с интервалом 20 кгс/см² и проводя включения подачи жидкости, выполнить измерения параметров Q , P , t по рассмотренной выше методике. Результаты запишите в табл. 1.3. Параметр $Q_{\text{шт}}$ рассчитайте по формуле (1.4), предварительно выполнив необходимые измерения.

По данным табл. 1.3, постройте графики зависимостей $Q_n = f(P)$, $\eta_{\text{ш}}^{\mu} = f(P)$, $N_n = f(P)$ для всех испытанных вариантов насосов.

6. Анализ результатов

6.1. Выполните анализ характеристик шестеренных насосов, сравните их параметры. Выберите насос с наибольшей производительностью.

6.2. Разберите насосы, замерьте износ деталей и предложите мероприятия по повышению производительности насосов.

Контрольные вопросы

1. Объясните устройство и принципы действия стенда КИ-4815М; порядок подготовки стенда к работе и проведения измерений.
2. Объясните устройство и характеристики шестеренных насосов.
3. Поясните варианты применения шестеренных насосов в гидроприводах лесных машин.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Определение параметров гидравлического привода манипуляторов лесных машин

1. Цель работы

Изучение конструкции и принципа работы гидравлического привода сучкорезно-раскряжевочной установки, определение основных характеристик и параметров

2. Задание

- 2.1. Изучить устройство сучкорезно-раскряжевочной установки и гидравлического привода.
- 2.2. Подготовить гидравлический привод и стенд КИ-4815М к испытаниям.
- 2.3. Провести измерения и рассчитать усилия и моменты в гидроцилиндрах сучкорезно-раскряжевочной установки.

3. Оборудование рабочего места

Лабораторное устройство «Сучкорезно-раскряжевочная установка» марки NJAB производства Швеции, стенд гидравлический КИ-4815М, насос шестеренный НШ 50, комплект измерительных инструментов, журнал наблюдений

4. Описание рабочего места

4.1 Описание лабораторной установки

Лабораторная установка (рис. 2.1 и 2.2) состоит из основания 1, на котором смонтировано опорно-поворотное устройство 2, распределитель 3, манипулятор 4, захват с сучкорезным устройством 5, поперечное цепное пильное устройство 6, стенд КИ-4815М – 7 с установленным на нем шестеренным насосом НШ 50 – 8 и системой трубопроводов – 9.

Опорно-поворотное устройство состоит из стойки 2, закрепленной на раме 1 и поворотной колонны 13, соединенной с гидроцилиндрами поворота 12 и подъема манипулятора 14 (рис. 2.1).

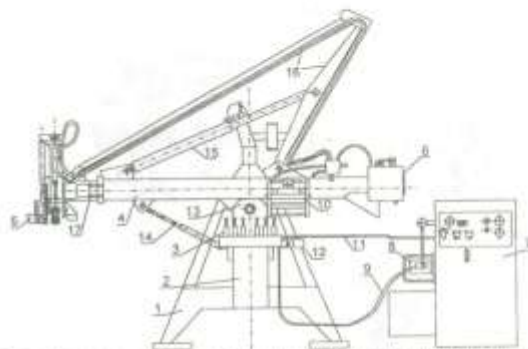


Рис. 2.1. Конструкция стенда для испытания multifunctionальной лесной машины

1 – основание, 2 – опорно-поворотное устройство, 3 – распределитель, 4 – манипулятор, 5 – сучкорезное устройство, 6 – цепное пильное устройство, 7 – насосная станция) стенд КИ-4815М; 8 – насос; 9,11 – трубопроводы; 10 – захват; 12 – гидроцилиндр поворота колонны; 13 – колонна; 14 – гидроцилиндр подъема манипулятора; 15 – гидроцилиндр выдвижения телескопа; 16 – рычажный механизм; 17 – телескоп

Манипулятор со стрелой 4 и телескопом 17, выдвигаемым с помощью гидроцилиндра 15 и рычажного механизма 16, закреплен на поворотной колонне 13 и предназначен для подтаскивания дерева, обрезки сучьев за счет перемещения захватно-срезающего устройства 5 вдоль дерева и подачи дерева в зону пильного механизма.

Захватно-сучкорезное устройство (рис. 2.3) состоит из двух гидроцилиндров 1 и 2, закрепленных на корпусе 3 и соединенных шарнирно с рычагами двух подвижных ножей-захватов 4 и 5. Неподвижный обрезающий нож 6 закреплен на корпусе 3.

Захватно-сучкорезное устройство 5 (см. рис. 1.1 и 1.2) закреплено на телескопе манипулятора 4 и предназначено для захвата дерева с темля и срезаания сучьев, а также удержания дерева в положении, параллельном стреле манипулятора и прижатом к нему при поперечном резании пильным устройством 6.

давления 9 соединена с распределителем 3, обеспечивающим подачу рабочей жидкости к силовым цилиндрам привода манипулятора, сучкорезного и пильного устройств. Гидравлическая схема установки приведена на рис. 2.4.

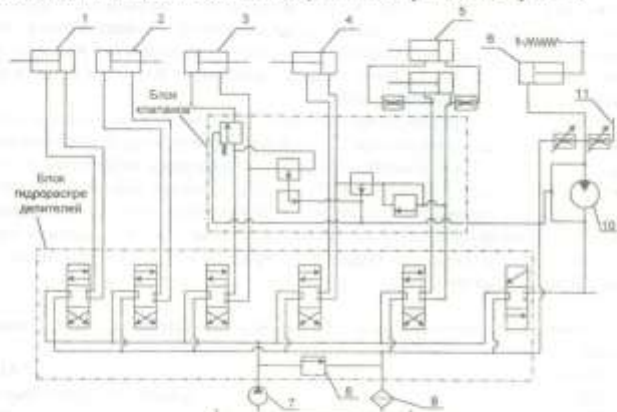


Рис. 2.4. Гидравлическая схема установки:

1 – гидроцилиндр поворота; 2 – гидроцилиндр подъема; 3 – гидроцилиндр выдвижения; 4 – гидроцилиндр грейфера; 5 – гидроцилиндр сучкорезной головки; 6 – гидроцилиндр качания пилы; 7 – гидронасос; 8 – клапан перепускной; 9 – фильтр; 10 – гидромотор привода пилы; 11 – ветвь сливной цепи пилы

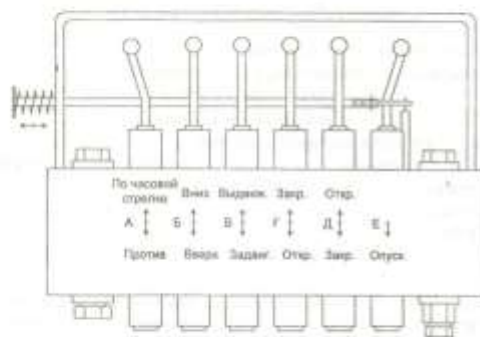


Рис. 2.5. Пульт управления сучкорезно-раскряжевочной установкой:

А – поворот манипулятора; Б – подъем манипулятора; В – выдвижение стрелы; Г – рычаг захвата; Д – сучкорезное устройство; Е – пильное устройство

По сливному трубопроводу жидкость от распределителя поступает либо в бак через фильтр, либо через систему замера расхода жидкости стенда. Управление процессом обеспечивается с помощью рычагов управления на шестисекционном распределителе (рис. 2.5). Каждая секция отвечает за определенную операцию, выполняемую на установке. Распределители золотниковые, трехпозиционные, двухпроходные. Кроме того, блок распределителей снабжен перепускным клапаном 8, выключающимся при повышении давления выше допустимого (рис. 2.4).

5. Порядок выполнения работы

5.1. Подготовить лабораторную установку к проведению исследований

5.1.1. Проведите внешний осмотр всех креплений, узлов, агрегатов, соединений, трубопроводов.

5.1.2. Проверьте наличие рабочей жидкости в гидробаке и отсутствие подтеканий масла в агрегатах гидравлической системы.

5.1.3. Включите кнопку магнитного пускателя электродвигателя привода гидравлического насоса, установленного на стенде.

5.1.4. Выключением распределителя проведите пробный захват, подъем или протаскивание дерева (груза).

5.1.5. Выключите распределитель и остановите электродвигатель кнопкой магнитного пускателя.

5.2. Произвести измерение и расчет основных рабочих параметров гидроцилиндров

5.2.1. Измерьте конструктивные параметры гидроцилиндров в мм:

- диаметр поршня D ;
- диаметр штока d ;
- ход штока цилиндра C .

5.2.2. Рассчитайте площади поршня S_p , штоковой полости поршня $S_{ш}$, объемы поршневой W_p и штоковой $W_{ш}$ полости гидроцилиндра по формулам

$$\left. \begin{aligned} S_p &= \frac{\pi D^2}{4}, & S_{ш} &= \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \\ W_p &= \frac{\pi D^2}{4} \cdot l, & W_{ш} &= \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot l \end{aligned} \right\} (2.3)$$

Данные измерений и расчетов свести в табл. 2.1 и 2.2.

5.3. Выполнить измерение параметров работы гидравлического привода

5.3.1. Включите установку в работу как это описано в п. 5.1.

5.3.2. Выключением распределителя выполните последовательно следующие операции:

- а) поворота - качания манипулятора (включением цилиндра Ц1);

- б) подъема – опускания манипулятора (включением цилиндра Ц2);
 в) выдвижения – втягивания телескопа (включением цилиндра Ц3);
 г) захвата куста (включением цилиндра Ц4);
 д) захвата дерева и срезания сучьев (включением цилиндра Ц5);
 е) надвигания пилы (включением цилиндра Ц6),

Таблица 2.1

Гидроцилиндр	Операции	Журнал наблюдений											
		Параметры								Давление без нагрузки		Давление с нагрузкой	
		мм		мм ²		мм ³		кгс/см ²		кгс/см ²			
Д	d	I	S _п	S _ш	W _п	W _ш	P _п	P _ш	P _п ^{нм}	P _ш ^{нм}			
Ц1	Поворот манипулятора												
Ц2	Подъем манипулятора												
Ц3	Выдвижение телескопа												
Ц4	Захват												
Ц5	Захватно-срезающее устройство												
Ц6	Надвигание пилы												

Таблица 2.2

Гидроцилиндр	Журнал наблюдений											
	Усилие без нагрузки, кН		Усилие с нагрузкой, кН		Продолжит шокла, с		Скорость, V, м/с		Q, л/мин		N, кВт	
	P _п	P _ш	P _п ^н	P _ш ^н	t _п	t _ш	V _п	V _ш	Q _п	Q _ш	N _п	N _ш
Ц1												
Ц2												
Ц3												
Ц4												
Ц5												
Ц6												

Все операции выполняются при работе без нагрузки и при работе с грузом (сортиментом).

При выполнении каждой операции измеряются параметры, соответствующие полному ходу штока, давление масла в поршневой (P_п) и штоковой (P_ш) полости, время операции при работе поршневой (t_п) и штоковой (t_ш) полостями, расход масла – (Q_п) и (Q_ш) (см. лаб. работу №1).

При выполнении операций не допускайте совмещения работы гидравлических цилиндров.

5.3.3. После окончания опытов выключите электродвигатель стенда. Приведите в порядок рабочее место. Приступите к обработке полученных данных.

5.4. Обработка полученных данных и определение параметров гидропривода

5.4.1. Расчет усилий на гидроцилиндры выполните по формам

$$\left. \begin{aligned} P_p &= 9,8 \cdot 10^{-3} p_n S_p \eta_{пу}; & P_{ш} &= 9,8 \cdot 10^{-3} p_{ш} S_{ш} \eta_{пу}, \\ P_p &= P_p^{нм} - \Delta p; & P_{ш} &= P_{ш}^{нм} - \Delta p. \end{aligned} \right\} (2.4)$$

где $p_p^{нм}$, $p_{ш}^{нм}$ – давление по манометру МН2 стенда при работе гидроцилиндра в поршневой или штоковой полости, соответственно, кгс/см²; Δp – давление по манометру МН2 стенда на холостом ходу, кгс/см²; $\eta_{пу}$ – КПД гидроцилиндра, $\eta_{пу} = 0,92$; P_p , $P_{ш}$ – усилия развиваемые гидроцилиндром при работе поршневой и штоковой полостями, соответственно, кН; S_p , $S_{ш}$ – площадь поршневой и штоковой полости поршня, соответственно, мм².

5.4.2. Скорость движения штока определите по формуле

$$V_p = \frac{l}{t_p} \cdot 10^{-3}, \quad V_{ш} = \frac{l}{t_{ш}} \cdot 10^{-3} \text{ (м/с)}, \quad (2.5)$$

где l – ход штока, мм; t_p , $t_{ш}$ – время хода штока при работе поршневой или штоковой полостями, соответственно, с.

5.4.3. Мощность срабатывающего гидроцилиндра можно определить по формуле

$$N_{пу} = \frac{PV}{\eta} \text{ (кВт)}, \quad (2.6)$$

где η – полный КПД гидропривода; P – усилие, кН; V – скорость, м/с.

5.4.4. Мощность насосной установки определяется по сумме мощностей одновременно срабатывающих двигателей: гидроцилиндров и гидромоторов. Исходными данными для определения мощности должны служить циклограммы нагрузок $P = f(t)$ и скоростей $V = f(t)$ гидроприводов движения (рис. 2.6). Путем перемножения действующих мгновенных усилий (P_k) и скоростей (V_k) циклограмма мощностей $N = f(t)$. При наличии на машине нескольких гидроцилиндров строится циклограмма мощности для одного рабочего цикла машины (рис. 2.7). Наибольшая потребная мощность N_{max} определяется по кривой N_c .

Для гидромотора кривая мощности может быть построена по уравнениям:

$$N_M = M\omega \quad (\text{кВт}),$$

$$N_M = \frac{Qp}{600\eta} \quad (\text{кВт}), \quad (2.1)$$

где M – момент, кНм; ω – угловая скорость, 1/с; Q – расход, см³/об; p – давление, кг/см².

Если гидродвигатели работают с противодавлением на сливе, образуемым дросселями, то при расчете эти потери должны быть учтены и добавлены к $N_{\text{ем}}^2$. В результате мощность насосной установки для данной нагрузки определится по формуле

$$N_n = \frac{N_{\text{ем}}^2}{\eta_{\text{нас}}} \quad (\text{кВт}), \quad (2.2)$$

где $\eta_{\text{нас}}$ – полный КПД насоса.

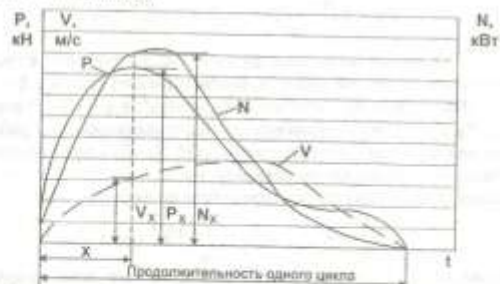


Рис. 2.6. Пример циклограммы рабочего цикла для одного гидродвигателя

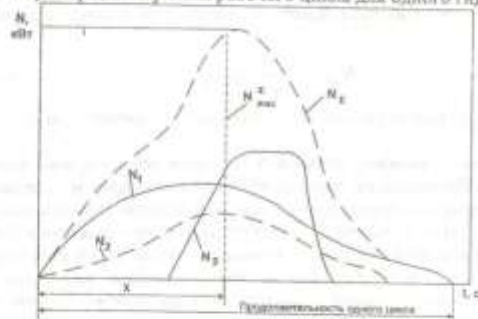


Рис. 2.7. Пример суммарной циклограммы мощности для трех гидродвигателей:
 $N^2 = N_1 + N_2 + N_3$

6. Анализ результатов

6.1. Выполните анализ данных табл. 2.1 и 2.2 и сравнение приводов.

6.2. Постройте вариант циклограммы мощности сучкорезно-раскряжевой машины. Определите N_{max}^1 и мощность насоса при заданной нагрузке.

6.3. Предложите мероприятия по повышению КПД привода.

Оцените характер изменения давления в нагнетательной магистрали в момент переключения рычага распределителя. Предложите мероприятия по снижению динамических нагрузок в гидроприводе при переходных режимах.

7. Правила техники безопасности

7.1. При выполнении работы руководствоваться правилами общей инструкции по технике безопасности.

7.2. К работе на установке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, ознакомившиеся с методическими указаниями и успешно ответившие на контрольные вопросы.

7.3. Включение лабораторной установки и управление ее работой проводится только учебным мастером или заведующим лабораторией в присутствии преподавателя.

7.4. Работа с комплектом измерительной аппаратуры проводится бригадой студентов под контролем преподавателя.

7.5. Во время работы лабораторной установки студенты должны находиться на расстоянии не менее 2 м от рабочей зоны манипулятора.

Контрольные вопросы

Объясните:

- устройство и принцип работы лабораторной установки;
- устройство и принцип работы стенда с измерительной аппаратурой;
- методику проведения измерений;
- методику обработки экспериментальных данных.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Испытание гидроцилиндров лесных машин

1. Цель работы

Изучение конструкций, принципа работы гидроцилиндров лесных машин, определение основных характеристик и параметров.

2. Задание

2.1. Изучить конструкции гидравлических цилиндров и уплотнительно-опорных систем.

2.2. Подготовить измерительный стенд к испытаниям.

2.3. Провести испытания гидроцилиндров и определить параметры – давление, усилие, утечки и КПД. Установить функциональную связь $\eta_m = f(p)$.

3. Оборудование рабочего места

Лабораторная установка (устройство для испытания гидроцилиндров с гидравлическим стендом КИ-4815М), комплект измерительных инструментов, журнал наблюдений.

4. Описание лабораторной установки

4.1. Лабораторная установка (рис. 3.1) состоит из рамы, включающей две параллельные горизонтальные продольные направляющие 1 коробчатого сечения, расположенные одна над другой, смонтированные на вертикальных стойках с возможностью изменения между ними расстояния по высоте, что позволяет монтировать и испытывать на ней гидроцилиндры 2 самых различных габаритов. Гидроцилиндры 2 устанавливаются на упорной задней подвеске 8, выполненной в виде вертикальной стойки, входящей в отверстия горизонтальных продольных направляющих 1 рамы. Шток испытуемого гидроцилиндра закрепляется в клемме, расположенной на его оси и установленной на вертикальной стойке в направляющих 4. Далее по оси штока располагается измерительный узел (состоит из динамометра Токаря 6 с микрометрическим измерителем осевых усилий 5), шарнирно подвешенный к переднему упорному узлу, включающему вертикальные стойки, расположенные на направляющих с возможностью перемещения и фиксации в отверстиях продольных направляющих 1 рамы.

Гидроцилиндр подключается к измерительному стенду КИ-4815, подающему заданное давление гидравлического масла в его рабочую камеру, что позволяет оценить развиваемое осевое усилие в различных положениях штока в рабочем и холостом ходе.

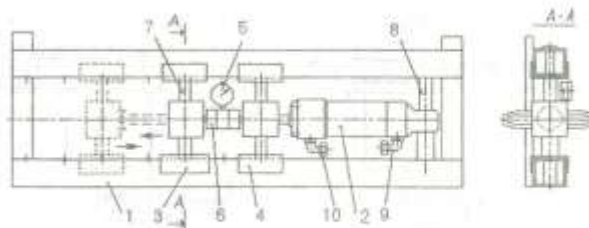


Рис. 3.1. Установка для испытания гидроцилиндров:

1 – рама; 2 – гидроцилиндр; 3 – передняя направляющая; 4 – передвижной упор; 5 – микрометрический измеритель; 6 – динамометр Токаря; 7 – передняя стойка упора; 8 – задняя опора подвески гидроцилиндра; 9, 10 – штуцеры подвода гидравлического масла к стенду КИ-4815М.

Стенд подключается к диагностическому стенду КИ-4815М (см. лабораторные работы №№1-2) для измерения основных гидравлических характеристик гидропривода – расхода, утечек, давления масла, износа деталей.

Техническая характеристика установки такова:

Масса.....	100 кг
Размеры: Длина.....	1500 мм
Ширина.....	500 мм
Высота.....	150 мм
Гидроцилиндры:	
Диаметр.....	20...150 мм
Ход штока.....	max 1000 мм
Диаметр проушины.....	10...100мм
Давление масла.....	0,5...20 МПа
Усилие.....	0,1...50 кН

Для замера осевых усилий предусмотрена установка динамометра типа ДОСМ-3 с индикатором часового типа – ИЧ10МН.

Гидравлическая схема лабораторной установки приведена на рис. 3.2.

5. Порядок проведения работы

5.1. Подготовка лабораторной работы.

Устанавливайте цилиндр на стенд (см. рис. 3.1). Присоединяйте к цилиндру шланги, несколько раз перемещают поршень в цилиндре и заправьте его полости подогретым маслом. Поршень должен свободно перемещаться по всей длине хода в обе стороны цилиндра при давлении холостого хода не более 1,0...2,0 МПа. Шток должен перемещаться плавно без скачков давления масла.

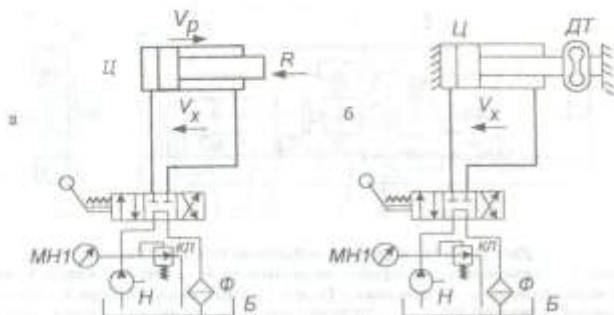


Рис. 3.2. Гидравлическая схема установки:

Ц – цилиндр; В – бак; ДТ – динамометр; КЛ – клапан предохранительный; МН1 – манометр; Н – насос; Ф – фильтр

Постепенно увеличивая давление до 5...15 МПа, проверяют работоспособность цилиндра при возвратно-поступательном движении без нагрузки. Данные заносит в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Данные испытаний	
1. Испытание без нагрузки	
Давление, МПа	Результаты испытаний
0,5...0,7	Определяют плавность перемещений, время, отсутствия рынков, подтекания масла, посторонних шумов
3...5	
5...7	
7...10	

Одновременно производится проверка герметичности штоковых уплотнительных систем весовым способом (путем взвешивания бумажной салфетки, которой собирается масло, протекающее через уплотнения и остающееся на штоке за полный ход гидроцилиндра). Взвешивание салфетки производится на аналитических весах с ценой деления 0,001 г.

5.2. Испытание герметичности поршневых и штоковых уплотнительно-опорных систем.

Устанавливают поршень при выдвигании штока 0,25; 0,5; 0,75 его длины. Для этого используется передвижной упор 4 (см. рис. 3.1). Отъединив шланг штоковой полости цилиндра Ц от штуцеров распределителя опускают его в мерный стакан или мензурку С, а штуцер на распределителе Р flush пробкой. Включив рукоятку распределителя так, чтобы масло поступало в поршневою

полость цилиндра (рис. 3.3), распределителем создают давление 5; 7,5; 10; 12,5; 15 МПа по манометру МН1.

Каждое испытание проводится в течение 3-х минут. Просачивание и подтекание масла в местах соединений и через штоковые уплотнения не допускается. Утечки масла через уплотнения штока не должна превышать значений установленных техническими требованиями. В среднем значения утечек находят в пределах 1,4 – 7,4 см³ при давлении 10 МПа в течение 3-х минут испытаний.

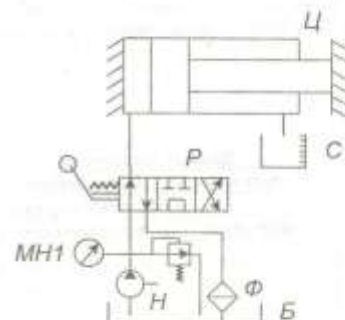


Рис. 3.3. Схема измерения утечек из поршневой полости:

Ц – цилиндр; В – бак; МН1 – манометр; Н – насос; Ф – фильтр; Р – распределитель; С – мензурка

Данные испытаний заносит в табл. 3.2. и строят графики зависимостей $W_f = f(P)$ для различных положений поршня в цилиндре.

Таблица 3.2

Данные испытаний			
2. Испытание на утечки в поршневой полости			
Давление, МПа	Относительное положение поршня в цилиндре		
	0,25	0,5	0,75
5			
7,5			
10			
12,5			
15			

5.3. Проверка развиваемого усилия и определение КПД гидроцилиндра производится по следующей методике.

Выполняется монтаж гидросхемы измерения параметров, приведенной на рис. 3.2. б. Между упором и штоком цилиндра Ц закрепляется динамометр ДТ

типа ДОСМ-3 с индикатором часового типа И410МН. С помощью дросселя устанавливается давление в гидроцилиндре 5; 7,5; 10; 12,5; 15 МПа и определяется по динамометру соответствующее заданному давлению усилие в гидроцилиндре. Данные заносятся в табл. 3.3. Теоретическое усилие в гидроцилиндре рассчитывается по формуле

$$F_T = \frac{\pi D_p^2}{4} p \quad (\text{Н}), \quad (3.1)$$

где D_p – диаметр поршня, мм; p – давление масла, Н/мм².

Механический КПД гидроцилиндра рассчитывается по формуле

$$\eta_M = \frac{F_2}{F_T} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

Таблица 3.3

Данные испытаний				
3. Определение КПД гидроцилиндра				
Давление, МПа	Усилие гидроцилиндра			
	экспертное	теоретическое		
5				
7,5				
10				
12,5				
15				

3. Определение КПД гидроцилиндра				
Давление, МПа	Усилие гидроцилиндра, кН		КПД	Примечание
	экспертное	теоретическое		
5				
7,5				
10				
12,5				
15				

По данным табл. 3.3, строится зависимость $\eta_M = f(p)$.

6. Анализ результатов

- 6.1. Оцените техническое состояние испытанного гидроцилиндра по полученным параметрам.
- 6.2. Выполните анализ влияния нагрузки на изменение параметров гидроцилиндра (утечки, КПД).
- 6.3. Предложите варианты уплотнительных систем гидроцилиндров.

7. Правила техники безопасности

Соответствуют пункту 7 лабораторной работы 2.

Список литературы

1. Багин Ю. И., Ерахтин Д. Д. Гидросистемы лесозаготовительных машин. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 232 с.
2. Юшкин В. В. Основы расчета объемного гидропривода. – Минск: Высшейш. шк., 1982. – 93 с.
3. Башта Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидропривод. – М.: Машиностроение, 1982.

**ГИДРОПРИВОД МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ
ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов
специальности 170400 «Машины и оборудование лесного комплекса»

Валерий Александрович Иванов

Главный редактор *Л. А. Суевазова*
Редактор *О. В. Астафьева*

Подписано в печать 22.11.02. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл.печ.л 1,8.
Уч.-изд.л. 1,6. Тираж 200 экз. Заказ 230.С 155

Издательство Хабаровского государственного технического университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства
Хабаровского государственного технического университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.