

11. Щербаков В.Ф. Энергосберегающие гидроприводы строительных и дорожных машин/ В.Ф. Щербаков // Строительные и дорожные машины. 2011. № 10. С. 1-2.

12. Overview of energy storage technologies, [Электронный доступ]. – Режим доступа http://zebu.uoregon.edu/2001/ph162/append_overview.pdf#search=%22%22OVERVIEW%20OF%20ENERGY%20STORAGE%20TECHNOLOGIES%22%22.

13. Режим доступа: <http://kosmopoisk.org/superideas/show1.html?id=178>.

УДК 621.225:69.002.51

Л. А. ХМАРА, докт. техн. наук.

*Государственное высшее учебное заведение
«Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»*

А. П. ХОЛОДОВ, асс., А. В. ЯРЫЖКО, канд. техн. наук.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Введение. В последнее время, ввиду роста цен на топливо и ухудшения экологической обстановки на планете, все больший интерес вызывает возможность аккумулирования энергии [1, 2, 3].

Принцип аккумулирования энергии нашел широкое применение в гидрофицированных машинах циклического действия и не только. Этот принцип в настоящее время широко используется в различных отраслях машиностроения. В связи с этим исследование аккумуляющих систем является неотъемлемой частью процесса их совершенствования и адаптации к различным машинам [4, 5, 7, 8, 9, 10].

На базе лаборатории гидравлики Харьковского национального автомобильно-дорожного университета были проведены экспериментальные исследования процесса аккумулирования и возврата гидравлической энергии для совершения полезной работы.

Цель исследования: установить диапазон эффективной работы гидропневмоаккумулятора при различных нагрузках и оценить возможность эффективной работы данной системы на землеройно-транспортной машине, путем анализа, развиваемых в процессе работы, давлений.

Для решения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи:

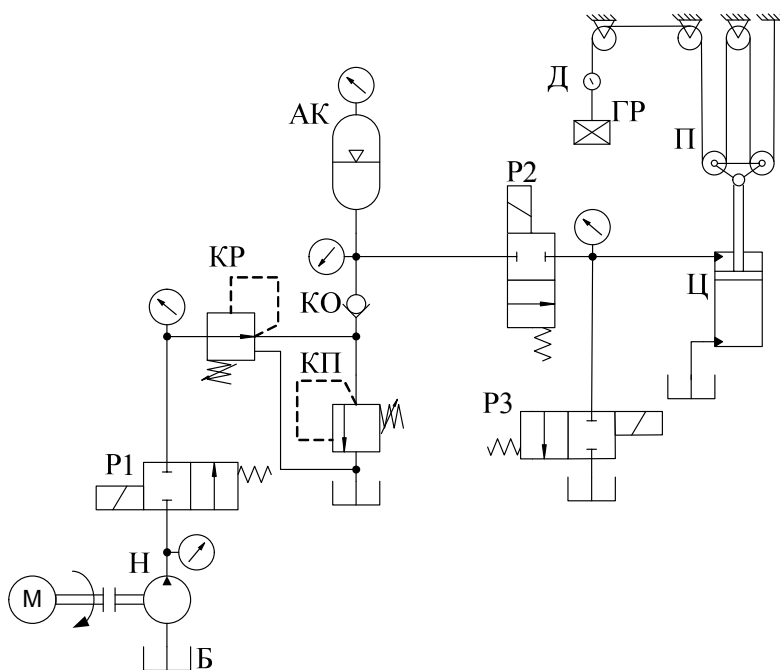
- разработать конструкцию экспериментального стенда;
- разработать план экспериментальных исследований;
- зарегистрировать в виде циклограмм процесс возврата гидравлической энергии.

Для проведения исследований была создана экспериментальная установка (рис. 1, а).

Гидравлическая схема которой представлена на рис. 1, б.



а



б

Рис.1. Экспериментальная установка: М- электродвигатель; Б – бак; Н- гидронасос; P1, P2, P3 – гидрораспределители; КР – редукционный клапан; КО – обратный клапан; КП – клапан предохранительный; АК – гидропневмоаккумулятор; Ц – гидроцилиндр; ГР – груз; П – полиспасть; Д - динамометр.

На стенде внешняя нагрузка на гидроцилиндр Ц моделируется с помощью грузовой корзины ГР и четырехкратного полиспаста П. Для визуального наблюдения за развиваемым усилием установлен динамометр Д. На стенде установлен насос НШ-10, который служит для зарядки гидропневмоаккумулятор АК. Давление в газовой и рабочей камере аккумулятора и в штоковой полости гидроцилиндра контролируется манометрами, а при регистрации эксперимента датчиками давления ПД 10/2. Насос приводится от электродвигателя М. Двухпозиционный гидрораспределитель P1 обеспечивает зарядку АК. После зарядки АК происходит процесс возврата энергии в систему для выполнения полезной ра-

боты. При этом рабочая жидкость через гидрораспределитель Р2 попадает в штоковую полость гидроцилиндра Ц. Слив осуществляется через гидрораспределитель Р3.

Техническая характеристика экспериментальной установки приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Техническая характеристика экспериментальной установки

Гидроаккумулятор		Насос		Электродвигатель		Гидроцилиндр	
Параметр	Значение	Параметр	Значение	Параметр	Значение	Параметр	Значение
P_0	3,2 МПа	Марка	НШ-10	$N_{Эд}$	2,2 кВт	D	50 мм
$V_{АК}$	10 л	$P_{ном}$	16 МПа	$n_{Эд}$	750 об/мин	d	25 мм
		Q_n	6,9 л/мин	$N_{Эд}$	2,2 кВт	$l_{п}$	100 мм

Для регистрации эксперимента использовалась измерительная аппаратура в виде ноутбука со специальным программным обеспечением и аналого-цифровым преобразователем (характеристика 365 Гц - частота опроса каждого канала, 8 каналов, 10 разрядов) (рис.2), а также датчиком перемещения ППП 200 (рис.3.) для регистрация скорости перемещения штока гидроцилиндра и количества подъемов груза. и датчиков давления (рис. 4), установленных.



Рис.2. Измерительная аппаратура.

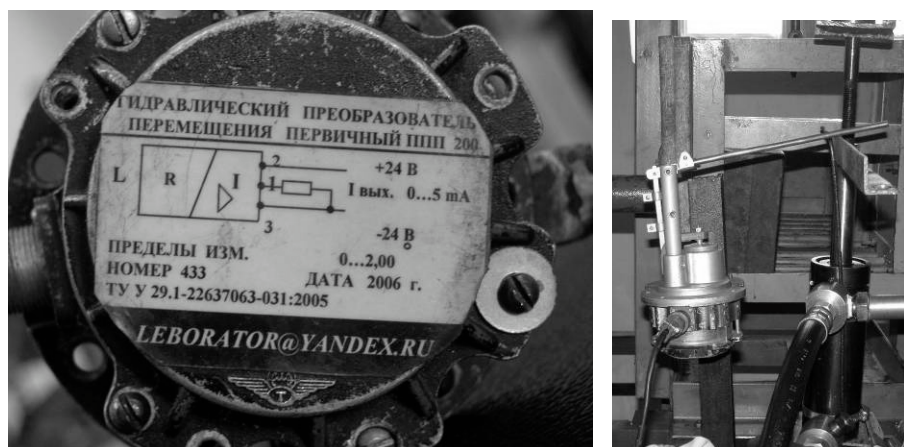


Рис.3. Гидравлический преобразователь перемещения ППП 200.

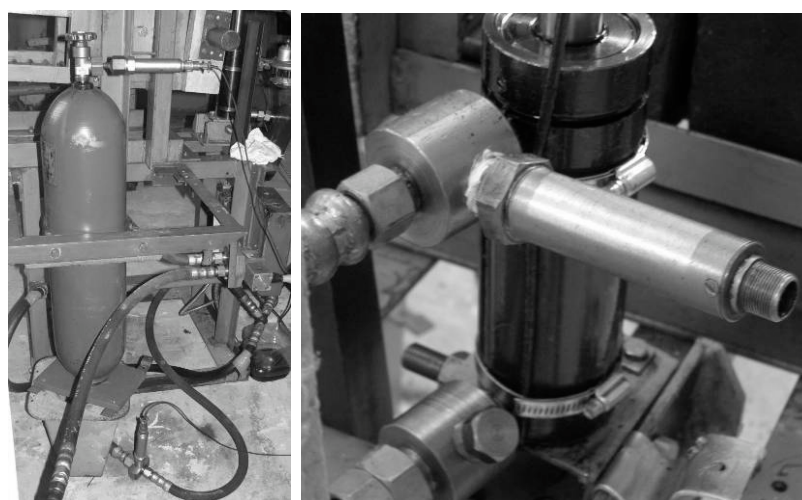


Рис.4. Расстановка датчиков давления.

Проведение эксперимента в лабораторных условиях позволяет, во-первых, исключить действие факторов, влияющие на функционирование гидропривода, но не определяют его техническое состояние, во-вторых, создать близкий к эксплуатационному стабильный режим работы, в-третьих, легко регулировать усилие на штоке гидроцилиндра и уровень зарядки аккумулятора.

Исходя из характеристик экспериментальной установки были выбраны минимальные и максимальные значения факторов и согласно теории планирования была составлена таблица условий эксперимента (таблица 2).

Диапазоны, в которых варьировались давление зарядки гидропневмоаккумулятора и усилие на штоке гидроцилиндра, в ходе экспериментальных исследований варьировались приведены в таблице 2.

В таблице 3 номера опытов соответствуют номерам осциллограмм проведенных опытов, приведенных на рис.6.

Таблица 2.

Условия эксперимента

Факторы	Уровни					ϵ_i Интервал варьирования
	Верхний +1	Основанной 0	Нижний -1	Звездная точка - α	Звездная точка + α	
x_1 - давление газовой камеры, МПа	10	7,5	5,5	5,5	10	20
x_2 - масса груза, кг	175	125	75	75	175	50

В соответствии с ортогональным композиционным центральным планом второго порядка был проведен ряд опытов (табл. 3).

Таблица 3.

План эксперимента

№ опыта (осциллограммы)	Давление зарядки аккумулятора, Па	Масса груза, кг
1	100	175
2	55	175
3	100	75
4	55	75
5	55	125
6	100	125
7	75	75
8	75	175

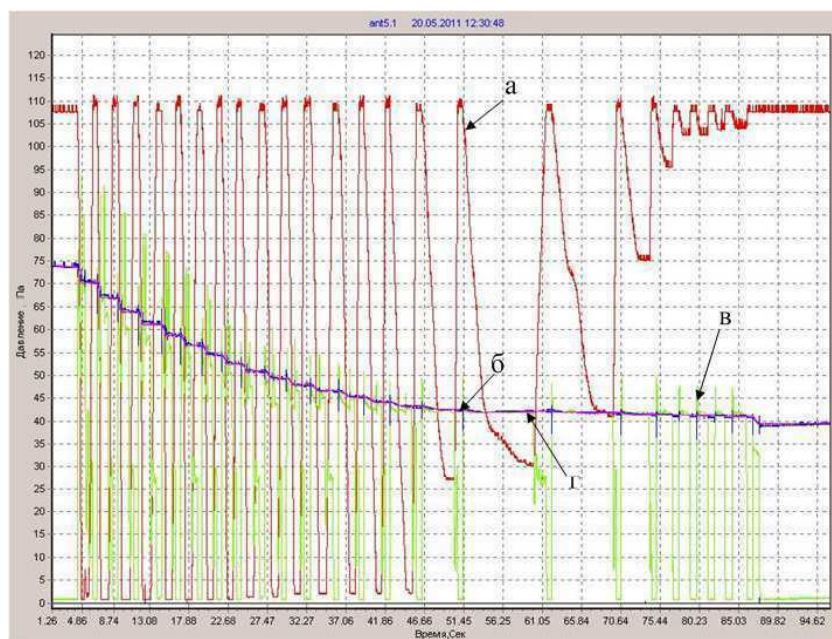


Рис. 5. Осциллограмма процесса возврата энергии при грузе 125 кг и давлении 75 Па: а – перемещение штока гидроцилиндра; б – газовая камера гидроаккумулятора; в – рабочая камера гидроаккумулятора.

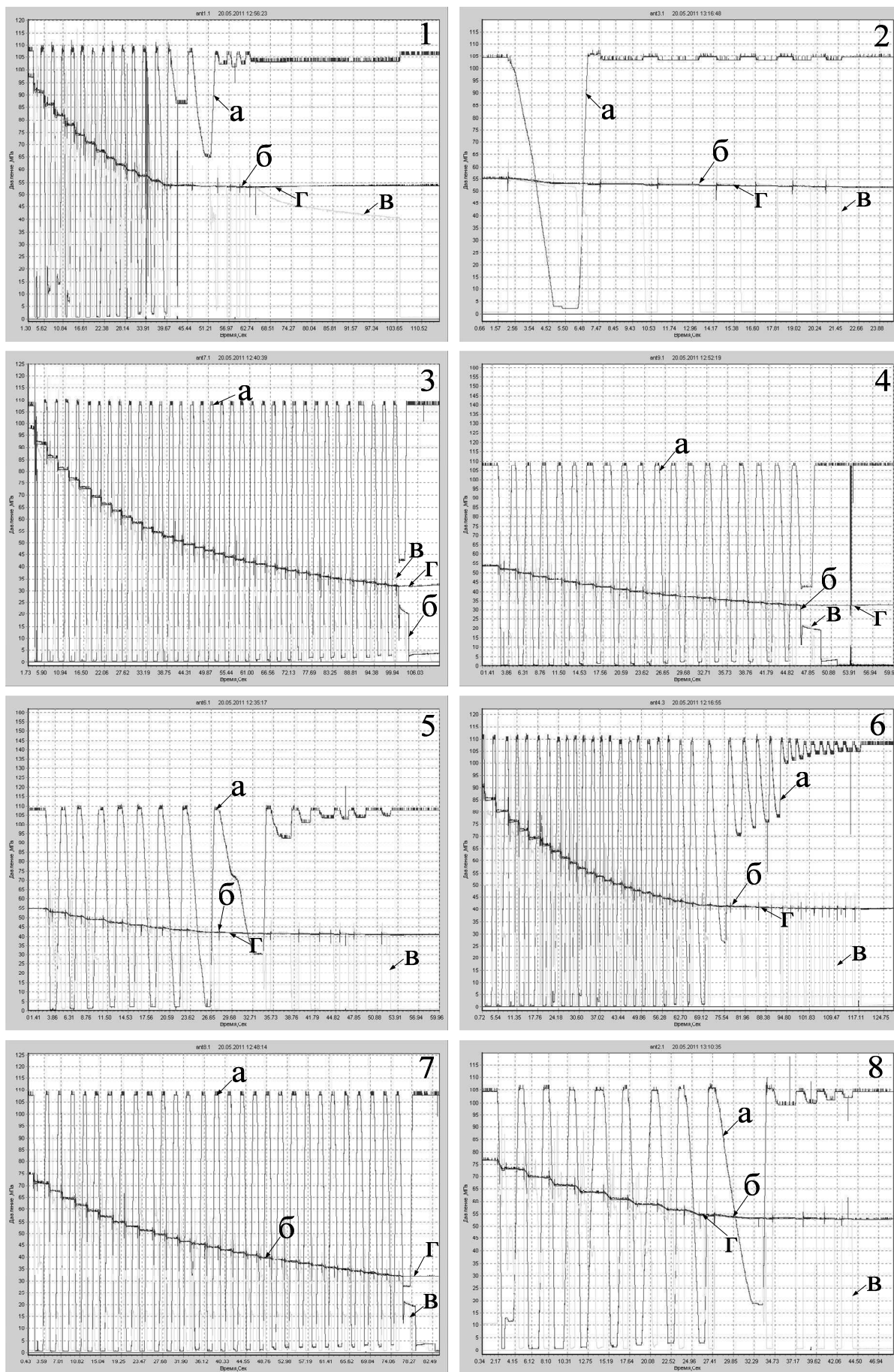


Рис. 6. Осциллограммы процесса возврата энергии.

Рассматривая график перемещения штока гидроцилиндра, следует считать, что ниспадающая каждого периода соответствует перемещению штока на поднимание груза. Следовательно, уменьшение частоты периодов соответствует уменьшению скорости перемещения поршня гидроцилиндра по мере разрядки гидроаккумулятора.

Для визуальной наглядности зависимости количеств подъемов груза от его массы и давления зарядки введем показатель P/m , где P – давление зарядки аккумулятора, m – масса груза. С помощью системы компьютерной алгебры MathCAD представим полученный результат в виде графика (рис.7.). Также можно представить характер падения давления при разрядки аккумулятора в зависимости от уровня его зарядки и массы груза (рис. 8).

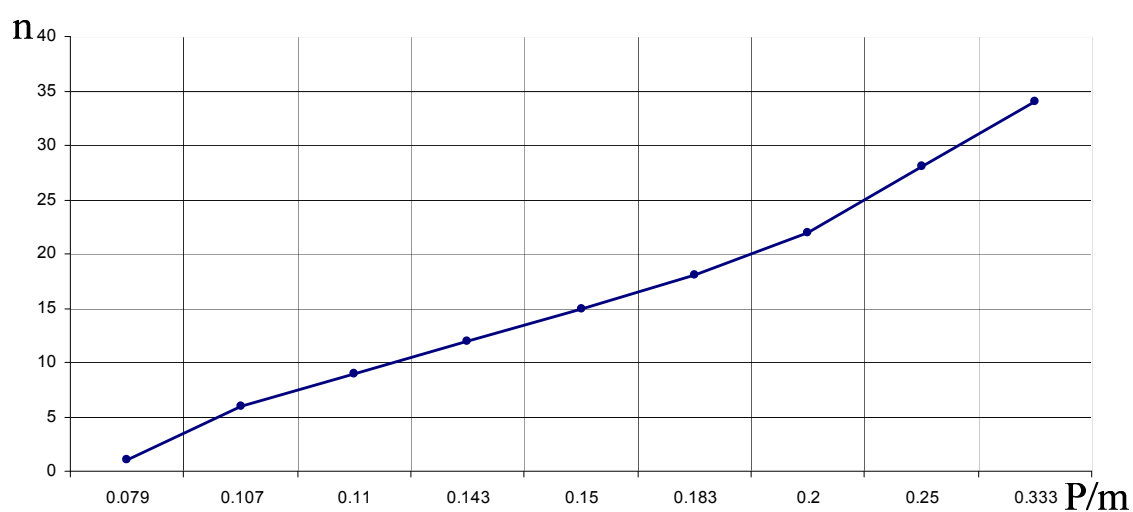


Рис.7. Зависимость количества подъемов груза от давления зарядки.

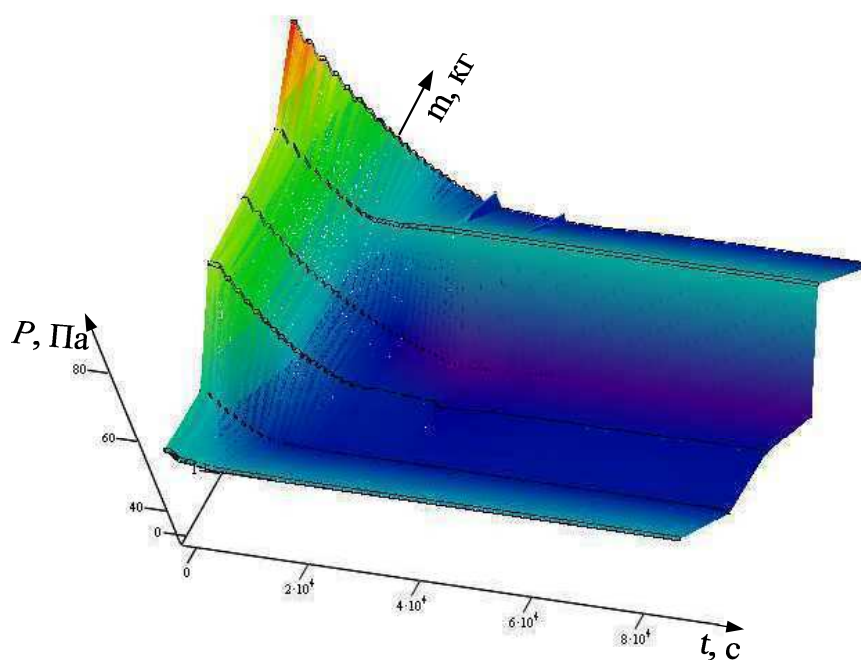


Рис. 8. Изменение разрядки гидропневмоаккумулятора.

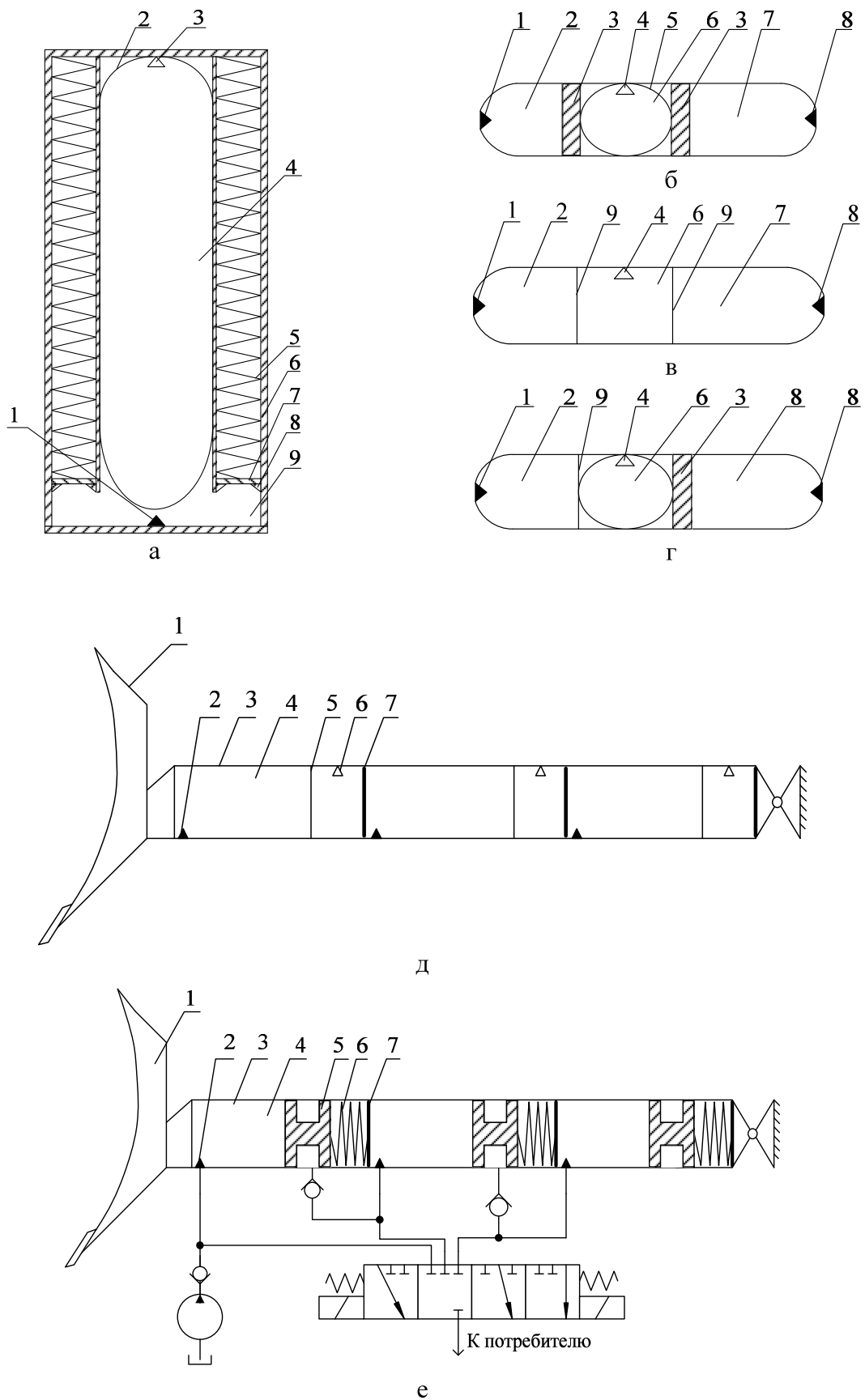


Рис. 9. Перспективные конструкции гидроаккумуляторов: а – гидропневмомеханический аккумулятор; б, в, г – гидропневмоаккумулятор со вспомогательной жидкостной камерой; д, е – гидропневмоаккумулятор интегрированный в толкающие брусья бульдозера.

Для гидрофицированных мобильных машин целесообразна разработка новых конструкций гидроаккумуляторов, которые значительно не увеличивали массу машины, имели широкий диапазон давлений и были универсальными для всех типоразмеров машин. В связи с этим авторами предложены следующие конструкции гидроаккумуляторов (Рис.9).

На рис.9. а. показана схема гидропневмомеханического аккумулятора, где 1- гидроклапан; 2 – эластичный разделитель; 3 - пневмоклапан; 4 – газовая полость; 5 – пружина; 6 – корпус; 7 – поршень; 8 - стопорное устройство; 9 - рабочая камера.

На рис.9. б, в, г показаны конструкции гидропневоаккумуляторов с о вспомогательной жидкостной камерой, где 1 - клапан подачи жидкости в вспомогательную камеру; 2 - вспомогательная жидкостная камера; 3 – поршень; 4 – пневмоклапан; 5 – эластичный разделитель; 6 - газовая камера; 7 – жидкостная рабочая камера; 8 - клапан подачи жидкости в рабочую камеру; 9 – мембрана.

На рис.9. д, е приняты такие обозначения: 1- отвал; 2 – гидроклапан; 3 – толкающий брус; 4- рабочая камера аккумулятора; 5 – мембрана; 6 – пневмоклапан; 7 – перегородка; 8 – поршень; 9 – пружина. На рис.9. д, е представлены конструкция гидроаккумулятора когда в качестве его корпуса используется полая металлоконструкция машины, например толкающие брусья бульдозера. Причем, аккумуляторы могут выполняться с несколькими секциями каждая из которых имеет различное давление. Секции могут выполняться как мембранным разделителем сред (рис.9. д) , так и с пружинно-поршневым (рис.9. е). Также возможно использовать специальный алгоритм зарядки данного аккумулятора, когда секции заряжаются поочередно от меньшего давления к большему, для чего необходимо использовать гидроуправляющую систему (рис.9. е).

Вывод. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили работоспособность системы. Диапазон эффективной работы гидропневоаккумулятора зависит от уровня внешней нагрузки и степени его зарядки. Предложенная система может быть применима к различным гидрофицированным машинам циклического действия и позволит снизить установочную мощность первичного двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хмара Л.А. Применение аккумуляторов потенциальной энергии в строительных машинах (на примере одноковшового экскаватора). Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сборник научных трудов. Вып. 33. интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005. – С. 17-33.

2. Машини для земляних робіт: Навчальний посібник / Хмара Л.А., Кравець С.В., Нічке В.В., Назаров Л.В., Скоблюк М.П., Нікітін В.Г. Під загальною редакцією проф. Хмари Л.А. та проф. Кравця С.В. Рівне – Дніпропетровськ – Харків. – 2010. – 557 с.
3. Гулиа Н.В. Удивительная механика. В поисках «энергетической капсулы» / Н.В. Гулиа // Издательство: НЦ ЭНАС 2006 г, - 176 с.
4. Гулиа, Н.В. Инерционные двигатели для автомобилей – М.: Транспорт, 1974.– 62 с.
5. Волоцкий В.М. Гидроприводы машин и их оборудование. Учебный курс. – Харьков: Гидроэлект, 1995, – 155 с.
6. Ремарчук М.П., Холодов А.П., Чмуж Я.В. Байрамашвілі Т.Т. Энергозбереження в гідросистемі бульдозера//Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків: 2010. - №94 – С. 385-392.
7. Алексеева Т.В. Гидропривод и гидроавтоматика землеройно-транспортных - М.: Машиностроение, 1966. - 147 с.
8. Алексеева Т.В., Ремизович Ю.В., Шерман Использование принципа аккумуляирования энергии в системе управления землеройно-транспортной машины // Исслед. и испытания дорож. и строит, машин: Сб. науч. работ/ СибАДИ. – 1969. - Вып. 1. - С. 70-75.
9. Щербаков В.Ф. Рекуперативная система привода гидроподъемных машин // Строительные и дорожные машины. 2008. № 9. С. 49-51.
10. Щербаков В.Ф. Энергосберегающие гидроприводы строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины. 2011. № 10. С. 1-2.
11. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

УДК 622.339

**С. В. КРАВЕЦЬ, докт. техн. наук, О. Л. РОМАНОВСЬКИЙ, канд. техн. наук,
В. Д. КИРИКОВИЧ, ст. викладач, А. А. НЕЧИДЮК, канд. техн. наук.**

Національний університет водного господарства та природокористування

СИЛИ І ПАРАМЕТРИ ФРЕЗЕРНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА ДЛЯ РОЗРОБКИ ГРУНТУ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

В Національному університеті водного господарства та природокористування створений землерийний робочий орган для добування корисних копалин, який розробляє ґрунт з відділенням від масиву і подачею його у суспензне середовище, при змішуванні з яким бурштин звільнюється і спливає на поверхню [7].