

ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ БУЛЬДОЗЕРА С АККУМУЛЯТОРОМ ЭНЕРГИИ

В статье представлены результаты испытаний бульдозера ДЗ-42Г с системой аккумулирования энергии. Приведены сопоставленные технико-экономические показатели. Представлены осциллограммы рабочего цикла бульдозера с использованием системы аккумулирования энергии.

Ключевые слова: аккумулятор, энергия, бульдозер, рабочий цикл, гидропривод.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими заданиями. В настоящее время, в эпоху прогрессирующего энергетического кризиса все больший интерес вызывает возможность аккумулирования энергии. Существуют следующие виды аккумулирующих систем [1, 2, 7, 8]: гидроаккумулирующие станции; тепловые аккумуляторы; аккумулирование энергии с помощью сжатого воздуха; батареи; маховики; аккумуляторы на сверхпроводниках; суперконденсаторы; плазмоидные аккумуляторы.

Обзор последних источников исследований и публикаций и выделение нерешенных раньше частей общей проблемы. В гидросистемах машин широкое применение получили гидропневмоаккумуляторы. Благодаря использованию гидропневмоаккумуляторов решается широкий спектр вопросов таких как: снижение установочной мощности насосов; обеспечение разгрузки насосов, когда для питания потребителей достаточным источником энергии является сам аккумулятор [1, 3];

Также повышения эффективности работы машины не рекомендуется перегружать первичный двигатель по тяге, т.к. это увеличивает износ деталей двигателя и других узлов машины [2, 4].

Вышеперечисленные вопросы применительно к гидрофицированным землеройно-транспортным машинам можно решить путем перераспределения энергии в их рабочем цикле, разгружая двигатель на нагруженных режимах работы, например, копания, используя энергию, накопленную на менее нагруженных режимах, например обратном ходе - для бульдозеров, повороте платформы - для экскаваторов, а также на холостых режимах работы [4]. Таким образом циклограмма рабочего цикла бульдозера в общем виде будет иметь вид (рисунок 1) [5].

Наиболее близкими к данной проблем являются работы проф. Алексеевой Т.В. в которых утверждается, что применение принципа аккумулирования энергии позволяет обеспечить более равномерную загрузку двигателя во времени за счет использования холостых ходов для накопления энергии [6].

На рисунке 1 сплошной линией представлен цикл бульдозера с системой аккумулирования энергии, пунктирной – без аккумулирующей системы.

На базе лаборатории гидравлики Харьковского национального автомобильно-дорожного университета были проведены испытания бульдозера ДЗ-42Г на базе

трактора ДТ-75 с системой аккумуляирования и возврата гидравлической энергии (рисунок 1.).

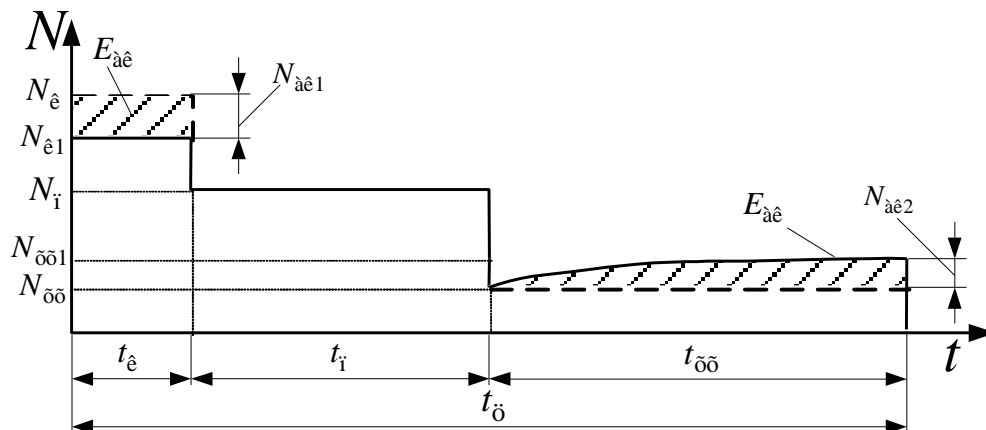


Рисунок 1 – Циклограмма рабочего цикла бульдозера:

N_k, N_{k1} – мощности затрачиваемые при копании без использования аккумуляторной системы и с ее использованием; N_n – мощности затрачиваемые при перемещении призмы грунта; N_{xx}, N_{xx1} – мощности затрачиваемые при холостом ходе без использования аккумуляторной системы и с ее использованием; $N_{ак}, E_{ак}$ – мощность и энергия, которую затрачивает аккумулятор при копании грунта; $N_{ак1}, E_{ак1}$ – мощность и энергия, которую необходимо аккумуляировать на холостом ходу до полной зарядки аккумулятора; $t_k, t_n, t_{xx}, t_{ц}$ – время копания, перемещения, холостого хода и цикла.



Рисунок 2 – Бульдозер ДЗ-42Г с системой аккумуляирования энергии

Постановление задания. Цели исследования:

- проанализировать процесс работы гидроаккумулирующей системы;
- установить влияние гидроаккумулирующей системы на технико-экономические показатели машины.

Задачи исследования:

- модернизация гидравлической схемы бульдозера;
- методика проведения испытаний и расстановка измерительной аппаратуры;
- анализ полученных результатов.

Изложение основного материала исследований. Модернизация гидравлической система бульдозера заключалась в подключении гидропневмоаккумуляторного блока в гидролинию штоковой полости гидроцилиндра, отвечающую за подъем отвала (рисунок 3)

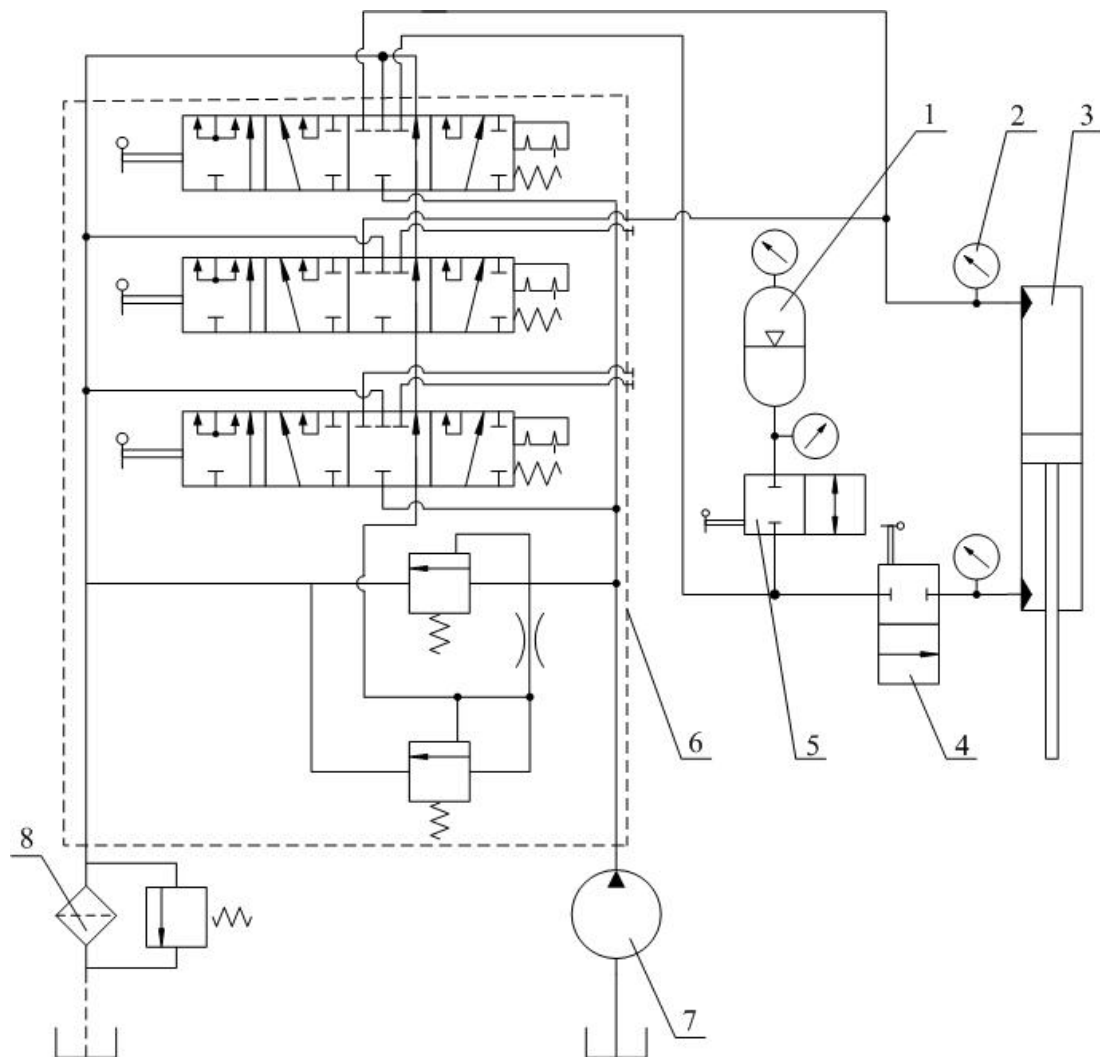


Рисунок 3 – - Модернизированная гидросхема бульдозера

- 1 – гидропневмоаккумулятор; 2 – датчик давления (ПД 10/2 УХЛ 3.1);
3 – гидроцилиндр; 4,5 – гидрораспределитель (тип Ду 10); 6 – гидрораспределитель (тип P75); 7 – насос (тип НШ); 8 – фильтр

Представленная на рисунке 2. гидросхема бульдозера работает следующим образом.

Как известно рабочий цикл бульдозера состоит из последовательно выполняемых этапов: копания грунта, перемещения грунта и обратный ход.

Представленная на Рисунке 3 гидросхема бульдозера производит выполнение перечисленных этапов следующим образом. В начале первого цикла рабочей смены бульдозера гидропневмоаккумулятор 1 пуст, потому что по завершению каждой рабочей смены оператор должен его разгрузить. Для обеспечения выглубления отвала на этапе копания грунта на первом цикле работ гидронасос подает рабочую жидкость из бака через гидрораспределитель 6 к гидроцилиндру 3 управления подъемом-опусканием отвала 10 через гидрораспределитель 4.

Следующим этапом является этап перемещения грунта обеспечения которого не отличается от стандартного способа.

На этапе обратного хода бульдозера происходит зарядка гидроаккумулятора. При этом гидрораспределитель 4 находится в закрытом состоянии, а гидрораспределители 6 и 5 в открытом. Гидронасос 7 подает рабочую жидкость из бака через гидрораспределители 5 и 6 в гидропневмоаккумулятор 1, до его полной зарядки. Энергоемкость гидропневмоаккумулятора выбирается не менее энергозатраты насоса на выглубление отвала на этапе копания бульдозера. Режим работы гидронасоса 1 на этапе обратного хода бульдозера должен обеспечивать полную зарядку гидропневмоаккумулятора независимо от длины обратного хода.

На следующих этапах копания до конца рабочей смены выглубление отвала обеспечиваются с помощью гидросистемы аккумулирования энергии.

Перед началом проведения испытаний бульдозера с системой аккумулирования энергии была проведена расстановка датчиков давления в гидросистеме машины (Рисунок4.).



Рисунок 4 – - Расположение датчиков в гидросистеме бульдозера

На рисунке 4 приняты такие обозначения: *а* – установка датчиков давления в штоковой и поршневой полости гидроцилиндра; *б* – установка датчика давления в рабочей камере гидропневмоаккумулятора; *в* – установка датчика давления и манометра, для визуального контроля уровня зарядки, в газовой камере гидропневмоаккумулятора

Испытания проводились согласно ТУ ГОСТ 7410-10. Длина резания -15 м, время работы серийного образца и модернизированного бульдозера – 1 час.

В ходе испытаний устанавливалась производительность и часовой расход топлива каждого из бульдозеров. Расход топлива определялся методом доливки, а производительность – объемом разработанной траншеи.

На рисунке 5 представлена осциллограмма рабочего цикла бульдозера с системой аккумулирования энергии.

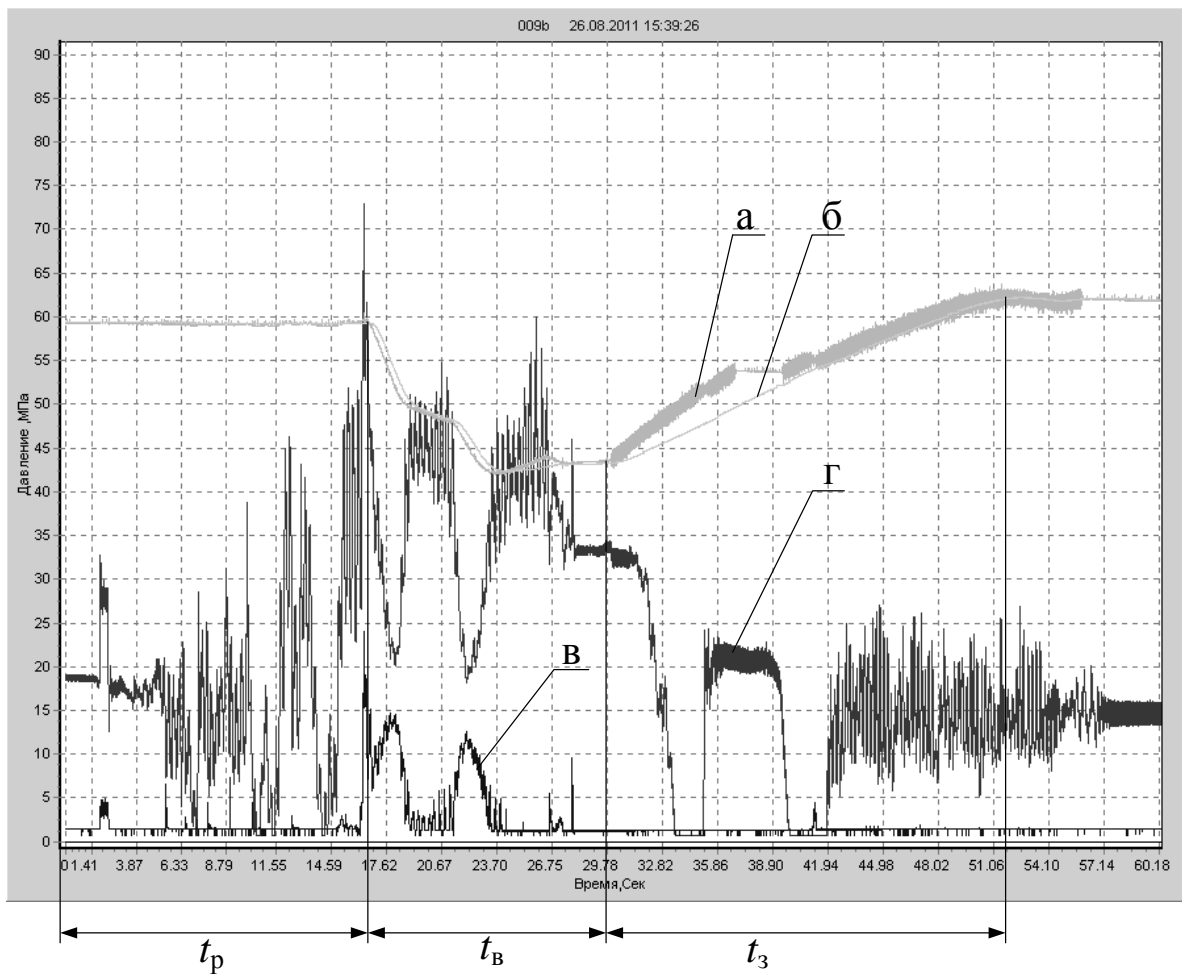


Рисунок 5 – Осциллограмма рабочего цикла бульдозера с системой аккумулирования энергии

1 – давление в рабочей камере гидропневмоаккумулятора; 2 – давление в газовой камере гидропневмоаккумулятора; 3 – давление поршневой полости гидроцилиндра; 4 – давление штоковой полости гидроцилиндра; t_p , $t_в$, $t_з$ – соответственно время резанья, выглубления и зарядки

В таблице 1 приведены некоторые сопоставленные данные для бульдозера ДЗ-42Г.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели бульдозера с не поворотным отвалом

№ п/п	Показатели	Обозначение	Значение показателя		
			Бульдозер без аккумуляторного блока	Бульдозер с использованием аккумуляторного блока	Повышение эффективности бульдозера с использованием аккумуляторного блока, %
1.	Мощность двигателя, кВт	N	66	66	-
2.	Производительность, м ³ /ч	P	50,52	53,06	4,7

Продолжение таблиці 1.

3.	Масса бульдозера, т	G	7,185	7,220	-
4.	Уд. энергоемкость копания, кВт/м ³ / ч	N/P	1,3	1,2	7,6
5.	Уд. материалоемкость, т / м ³ /ч	G/P	0,14	0,13	7
6.	Общий расход топлива, л/смен	Q	47,3	45,6	3,5
7.	Удельный расход топлива, л/ч	q	0,14	0,12	14
8.	Обобщенный показатель, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{т}}{\text{м}^3/\text{ч}}$	$\Pi_{NQ} = \frac{NG}{P^2}$	0,185	0,169	8,6
9.	Удельный расход топлива на единицу мощности, $\frac{\text{л/смен}}{\text{кВт}}$	Q/N	0,71	0,69	2,8
10.	Уд. расход топлива на единицу массы, $\frac{\text{л/смен}}{\text{т}}$	Q/G	6,5	6,3	3
11.	Общий расход топлива на единицу произ-ти, $\frac{\text{л/смен}}{\text{м}^3/\text{ч}}$	Q/P	0,93	0,86	7,5
12.	Скорость подъема отвала, м/с	v	0,41	0,32	21
13.	Длительность цикла, с	t	63	57	9
14.	Себестоимость разработки грунта, грн/м ³	C_{ed}	17,86	17	4,8

Выводы

Проведенные экспериментальные исследования позволяют утверждать, что применение гидроаккумулирующих систем на землеройно-транспортных машинах, в частности бульдозерах, позволяет повысить технико-экономические показатели по сравнению с серийно выпускаемыми машинами.

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. *Машины для земляных работ: 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. *Волоцкий, В.М. Гидроприводы машин и их оборудование. Учебный курс. – Харьков: Гидроэлек, 1995, – 155 с.*

4. *Трактор ДТ-75Н. Техническое описание и инструкция по эксплуатации – Волгоградский тракторный завод имени Ф.Э.Дзержинского, 1985, - 276 с.*

5. *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.*

6. *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.*

7. *Overview of energy storage technologies, http://zebu.uoregon.edu/2001/ph162/append_overview.pdf#search=%22%22OVERVIEW%20OF%20ENERGY%20STORAGE%20TECHNOLOGIES%22%22*

8. <http://kosmopoisk.org/superideas/show1.html?id=178>

Надійшла до редакції 27.10.2011

© Л.А. Хмара, А.П. Холодов

Л.А. Хмара, д.т.н., проф.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

А.П. Холодов, асистент.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПОЛЬОВІ ВИПРОБУВАННЯ БУЛЬДОЗЕРА З АКУМУЛЯТОРОМ ЕНЕРГІЇ

У статті представлені результати випробувань бульдозера ДЗ-42г з системою акумулювання енергії. Наведено зіставлені техніко-економічні показники. Представлені осцилограми робочого циклу бульдозера з використанням системи акумулювання енергії.

Ключові слова: *акумулятор, енергія, бульдозер, робочий цикл, гідропривід.*

L.A. Khmara, Dt. S.

Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture

A.P. Kholodov, Assistant

Kharkov National Automobile and Highway University

FIELD TESTS OF BULLDOZER WITH ENERGY ACCUMULATOR

The results of tests bulldozer DZ-42g with energy storage systems are presented in the article. The technical and economic indicators are presented. Shows oscillograms of the work cycle of bulldozer with energy storage systems are shown.

Key words: *accumulator, energy, bulldozer, work cycle, the hydraulic drive.*