

УДК 62-822, 630*323.13

UDC 62-822, 630*323.13

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ПРИВОДНОГО
МЕХАНИЗМА ЗАХВАТНО-СРЕЗАЮЩЕГО
УСТРОЙСТВА****RESEARCH OF LOADING LEVEL OF A
DRIVING MECHANISM OF FELLING HEAD**

Ласточкин Денис Михайлович
к.т.н.

Lastochkin Denis Mihajlovich
Cand.Tech.Sci.

Онучин Евгений Михайлович
к.т.н., доцент
*Поволжский государственный технологический
университет, Йошкар-Ола, Россия*

Onuchin Evgenij Mihajlovich
Cand.Tech.Sci., associate professor
*Volga State University of Technology, Ioshkar-Ola,
Russia*

В работе представлены описание методики и результаты экспериментальных исследований нагруженности пространственно-приводного механизма захватно-срезающего устройства лесозаготовительной машины

The article presents the description of the method and the results of the experimental research of loading of driving mechanism of felling head of a forest machine

Ключевые слова: ЗАХВАТНО-СРЕЗАЮЩЕЕ
УСТРОЙСТВО, ПРИВОДНОЙ МЕХАНИЗМ,
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНАЯ МАШИНА

Keywords: FELLING HEAD, DRIVING
MECHANISM, FOREST MACHINES

Описание экспериментального образца

Повышение существующего уровня механизации рубок ухода требует разработки и создания более эффективных видов лесозаготовительного оборудования и машин, полностью или частично исключаящих использование ручного труда [1]. Для этого была разработана конструкция и изготовлена модель захватно-срезающего устройства (ЗСУ) с пространственно-приводным механизмом (ППМ), параметры которого были выбраны с учетом параметра дерева, срезаемого при рубках ухода в молодняках (Рисунок 1) [2]. Конструкция ЗСУ с пространственно-приводным механизмом (Рисунок 1) включает: стойку 1 с механизмами срезания 2 и зажима дерева 3, соединённые при помощи карданного шарнира 4 с подрамником 5, приводных гидроцилиндров 6 наклона стойки в продольной и поперечной плоскостях, концы которых закреплены при помощи шаровых шарниров 7 [3].



Рисунок 1 - Экспериментальный образец ЗСУ на задней навеске трактора Т-25

Для приведения в действие ЗСУ предусмотрено два гидроцилиндра, которые расположены под углом друг к другу, их штоки сведены вместе и соединены со стойкой ЗСУ. Гидроцилиндры являются единственным средством движения ЗСУ как в продольной, так и в поперечной плоскостях относительно верхней точки подвеса. Цилиндры вместе с участком стойки ЗСУ образуют пространственный приводной механизм в виде треугольной пирамиды с двумя гидроцилиндрами в качестве ведущих звеньев.

Образец ЗСУ с пространственно-приводным механизмом (рисунок 2) был приспособлен под заднюю навеску трактора Т-25. С помощью гидроцилиндра, который заменял верхнюю тягу навески, ЗСУ наклонялось в продольной плоскости машины при пакетировании дерева и при переводе ЗСУ с транспортного в рабочее положение и обратно. Привод ЗСУ подключается к гидравлической системе трактора с добавлением дополнительного трехсекционного гидрораспределителя с управлением из кабины.



Рисунок 2 – Экспериментальный образец ЗСУ в работе

Технические параметры ЗСУ:

- высота стойки – 1,0 м;
- длина стрелы – 0,7 м;
- высота подрамника – 0,7 м;
- диаметр дерева min/max – 0,10/0,25 м;
- длина приводных гидроцилиндров– 0,7- 1,0 м;
- масса ЗСУ – 320 кг.

В конструкции изготовленного экспериментального образца ЗСУ, для упрощения эксплуатации, изначально была предусмотрена максимальная унификация с гидросистемой несущего трактора Т-25 (Рисунок 3). Для этого параллельно основному двухзолотниковому гидрораспределителю был установлен дополнительный трехсекционный гидрораспределитель.

Дополнительный гидрораспределитель подсоединялся к свободному выходу штатного гидрораспределителя, а сливная линия подсоединялась к сливному отверстию бочка, оба штуцера переделывались под необходимые размеры. Процесс подключения дополнительного гидрораспределителя

включал следующий вид работы: 1 - заглушивался слив масла с канала управления на штатном гидрораспределителе; 2 - соединялся этот канал с каналом управления на дополнительном гидрораспределителе; 3 - заглушался дроссельный канал на поршне переливного клапана дополнительного гидрораспределителя; 4 - блокировался переливной клапан дополнительного гидрораспределителя.

Подача рабочей жидкости, слив и все остальные подключения на дополнительном гидрораспределителе происходили как обычно.

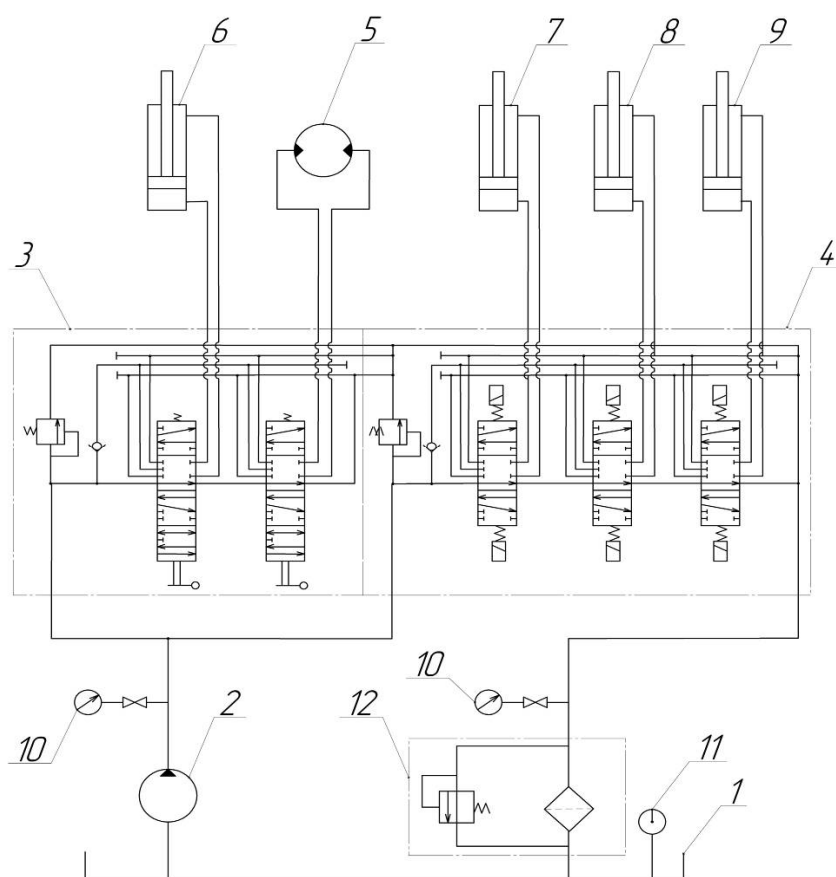


Рисунок 3 - Принципиальная гидравлическая схема ЗСУ:

1 – гидробак; 2 – гидронасос; 3 – базовый гидрораспределитель; 4 – дополнительный гидрораспределитель; 5 – гидромотор пилы; 6 – силовой (подъемный) гидроцилиндр; 7 – гидроцилиндр зажимного рычага; 8, 9 – приводные гидроцилиндры; 10 – датчик давления (манометр); 11 – датчик температуры; 12 – фильтр очистки

Исполнительная часть гидропривода содержит: гидромотор 5 пильного механизма ЗСУ, силовой гидроцилиндр 6 подъема и опускания ЗСУ, гидроцилиндр 7 зажима дерева, гидроцилиндры 8 – 9 пространственного приводного механизма ЗСУ. В напорной и сливной линиях установлены манометры 10, а в баке датчик температуры 11. Очистка рабочей жидкости осуществляется фильтром 12 с переливным клапаном.

Технология работы состоит из следующих операций: подъезд к дереву, зажим его с одновременным срезанием, перемещение его в вертикальном положении на необходимое расстояние и укладка на грунт. В процессе выполнения операций особый интерес представляет работа гидросистемы и нагруженность элементов пространственного приводного механизма ЗСУ.

Экспериментальные исследования

Для изучения характера и количественных показателей изменения давления в гидросистеме и нагруженности ЗСУ валочной машины были проведены экспериментальные исследования, в процессе которых регистрировали ряд параметров, в том числе деформацию конструкции ЗСУ и давления в магистральных приводах [4].

Измерительная аппаратура состояла из многоканального светолучевого осциллографа и тензоусилителя, размещавшихся в кабине трактора. Давление рабочей жидкости в магистрали приводных гидроцилиндров и магистрали захвата и срезания измеряли с помощью тензометрических датчиков выносного типа.

Основные задачи экспериментальных исследований сводятся к следующему:

- 1) проверка работоспособности и устойчивости при функционировании предложенных схемно-конструктивных решений, их корректировка и дополнительная проверка;

2) проверка надёжности в работе и достаточности подвижностей (степеней свободы шарнирных узлов);

4) исследование принципов независимого управления параллельно работающими гидроцилиндрами;

7) определение основных параметров кинематики и динамики путём измерения углов поворота и давления в гидроцилиндрах;

8) изучение динамичности и стабильности системы в переходных режимах;

9) выработка рекомендаций по дальнейшему совершенствованию схемно-конструктивных решений несущей структуры и элементов гидроуправления.

На установке измеряли давление в полостях гидроцилиндров и углы поворота. Последние параметры измеряли таким образом, чтобы оценить кинематические возможности пространственного приводного механизма, для этого определяли углы наклона стойки ЗСУ

Давление в полостях гидроцилиндров характеризует в основном динамичность системы и, в частности, наличие или отсутствие неустановившихся режимов работы.

В качестве датчиков давления использовали датчики МД-180 (220), в работу которых заложен принцип реостатного преобразования - на ползунке реостата действует мембрана, интенсивность воздействия которой прямо пропорциональна давлению в полости гидроцилиндра.

Для измерения углов поворота использовали реостатные преобразователи - проволочные резисторы переменного сопротивления, которые были оттарированы нанесением на корпус делений с указанием поворота с точностью 0,5 градуса. Тарировку датчиков давления проводили известным способом, путем нагружения модельным грузом. При поднятии груза в гидроцилиндре установки повышалось давление до расчётной величины 0...8 МПа (контролировали по манометру). Давление

поочередно подвели к датчикам, погрешность показаний не превышала 0,2 МПа.

Тарировка датчиков углов поворота заключалась в нанесении делений (с помощью делительной головки) при развороте соответствующего элемента реостата в одну сторону и проверке полученной шкалы при возвращении этого элемента в исходное положение. Дополнительную проверку датчиков осуществляли электрическими приборами. Погрешность показаний не превышала 0,50.

Установку проверяли при функционировании в трёх режимах:

- 1) при подаче давления на оба гидроцилиндра;
- 3) при задействовании одного гидроцилиндра.

В процессе экспериментальных исследований, кроме проверки работоспособности ЗСУ и его элементов, включение гидроцилиндров - для записи параметров - производили таким образом, чтобы удовлетворялись условия: в работе одновременно находились один или два цилиндра и при этом выявлялись кинематические возможности и повышенная динамичность системы.

Фрагменты осциллограмм, полученных при экспериментальных исследованиях, представлены на рисунке 4, где отражены процессы опускания-поворота груза работой одним гидроцилиндром приводного механизма.

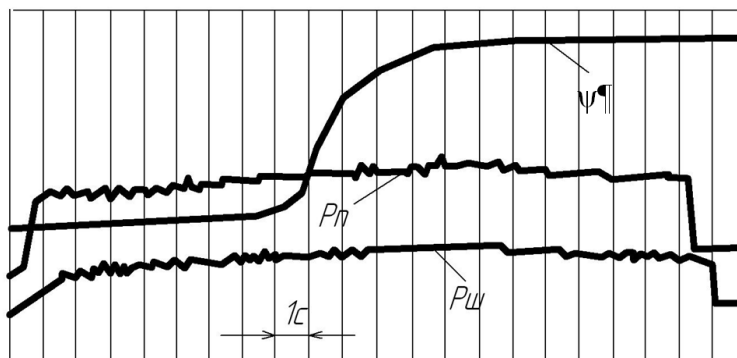


Рисунок 4 - Фрагменты осциллограмм, полученных при экспериментальных исследованиях

В простом режиме работы манипулятора при выдвигании штоков (рисунок 5, а) и втягивании штоков гидроцилиндров (б) груза — работой двумя гидроцилиндрами приводного механизма, постоянно нагруженными — давлением $P_{ш}$ - являются штоковые полости этих цилиндров. Для опускания рабочая жидкость подаётся в поршневую полость, для подъёма - в штоковую. Этим и предопределяется характер изменения давления $P_{п}$ и $P_{ш}$ на протяжении $t_{ц}$ рабочего цикла. Здесь максимальное давление ($P_{ш} \geq 6$ МПа; рисунок 5 б) несколько меньше, что объясняется работой одновременно двух цилиндров, несмотря на менее благоприятный характер их нагружения.

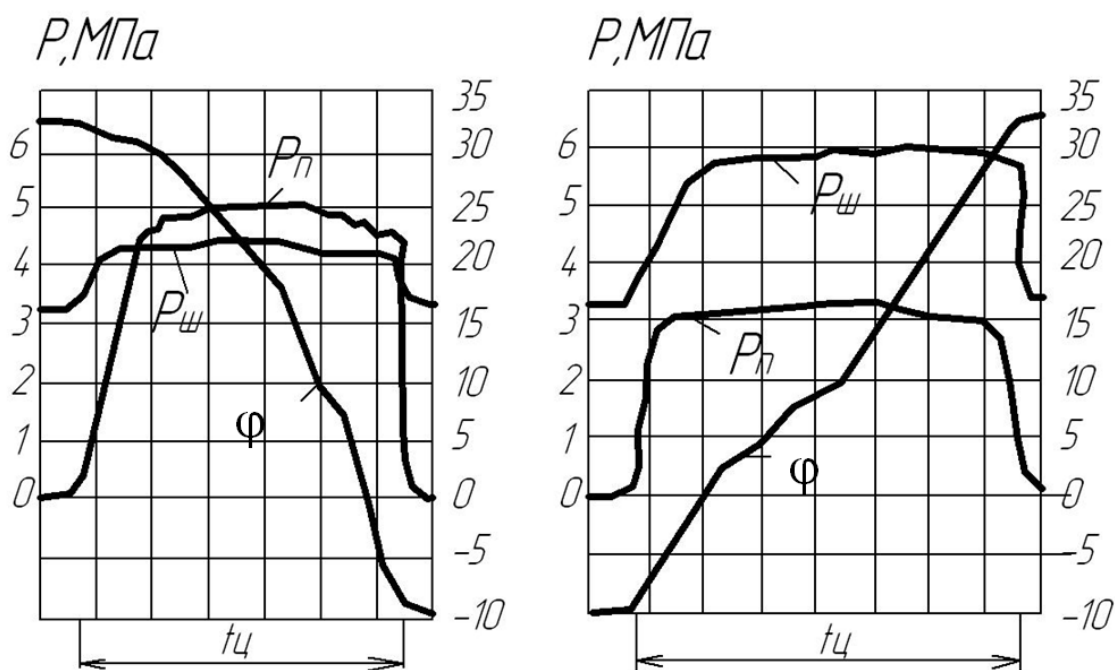


Рисунок 5 - Изменение давления и вертикального угла при опускании и подъёме груза верхними цилиндрами приводного механизма

В этом режиме работы чувствительность системы характеризуется изменением обобщённой координаты ϕ (угол ψ также равен нулю); её диапазон (-10...+33°) больше по сравнению с предыдущим случаем. Рабочие циклы опускания и подъёма груза двумя верхними гидроцилиндрами также являются спокойными – без забросов давления.

Рабочий цикл манипулятора — поворот при работе одного из гидроцилиндров пространственного приводного механизма (рисунок 6). Вывод из этого режима работы следующий: экспериментально подтверждён стабильный поворот ЗСУ — без конструктивных ограничений и динамических "возмущений". Данный рабочий цикл является более напряжённым. Это подтверждается следующими данными: максимальное давление $P_{ш}$ в штоковой полости гидроцилиндра при движении ЗСУ в направлении $\psi_{max} \rightarrow O$ достигает 6,5 МПа (рисунок 6); угловая скорость горизонтального разворота ЭСУ в конце цикла непропорционально возрастает. Поэтому при разворотах приводных гидроцилиндров в любую сторону рекомендуется ограничить скорость, что легко достижимо за счёт уменьшения подачи рабочей жидкости посредством дросселя.

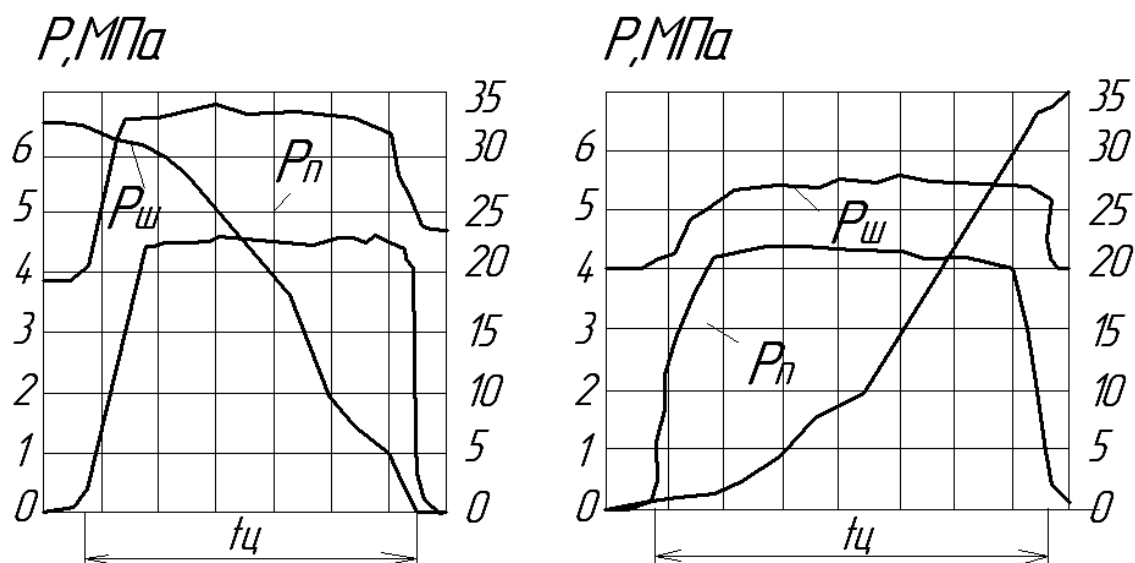


Рисунок 6 – Изменение давления и горизонтального угла при развороте одним гидроцилиндром

Выводы

Проверка в различных режимах пространственного приводного механизма ЗСУ и его элементов показала:

1) шаровые шарниры крепления концов гидроцилиндра и шарнир карданного типа для подвеса стойки ЗСУ не имели ненормированных положений и люфтов, не приводили к рывкам и ударам;

2) раздельное крепление штоков гидроцилиндров поворота оказывает небольшое влияние на угол кручения стойки ЗСУ, которое можно в будущем избежать при помощи максимального сведения штоков между собой или, лучше, геометрически в одной точке;

3) независимое ручное управление двумя гидроцилиндрами приводного механизма или одним цилиндром подъема при определённых навыках не вызывает затруднений;

4) для снижения динамических нагрузок необходимо рассмотреть вопрос применения пневмогидроаккумуляторов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение № 14.В37.21.1132

Список литературы

1. Ширнин, Ю. А. Технология и оборудование малообъёмных лесозаготовок и лесовосстановление [Текст] / Ю.А. Ширнин, Ф.В. Пошарников. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 398 с.

2. Патент на полезную модель 100874 Российская Федерация, МПК51 А01G 23/00 (2006/01) Захватно-срезающее устройство [Текст] / Сидыганов Ю.Н., Онучин Е.М., Ласточкин Д.М.; заявитель и патентообладатель Марийский гос. техн. ун-т. – № 2010125781/21; заявл. 23.06.2010; опубл. 10.01.2011, Бюл. №1. – 3 с.: ил.

3. Ласточкин, Д.М. Обоснование конструкции навесного хватно-срезающего устройства / Д.М. Ласточкин, Е.Л. Белов, Б.Т. Каруев, Д.Н. Кошурников, А.Н. Самсонов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №01(85). С. 125-139. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/40.pdf>, 0,938 у.п.л.

4. Грязин, В.А. Нагруженность подъемно-транспортных машин в режиме выполнения технологических операций [Текст]/ Грязин В.А.// Тракторы и сельхозмашины.- 2010. № 7. С. 30-32.

References

1. Shirnin, Ju. A. Tehnologija i oborudovanie maloobjomnyh lesozagotovok i lesovosstanovlenie [Tekst] / Ju. A. Shirnin, F. V. Posharnikov. – Joshkar-Ola: MarGTU, 2001. – 398 s.
2. Patent na poleznuju model' 100874 Rossijskaja Federacija, MPK51 A01G 23/00 (2006/01) Zahvatno-srezajushhee ustrojstvo [Tekst] / Sidyganov Ju.N., Onuchin E.M., Lastochkin D.M.; zajavitel' i patentoobladatel' Marijskij gos. tehn. un-t. – № 2010125781/21; zajavl. 23.06.2010; opubl. 10.01.2011, Bjul. №1. – 3 s.: il.
3. Lastochkin, D.M. Obosnovanie konstrukcii navesnogo zahvatno-srezajushhego ustrojstva / D.M. Lastochkin, E.L. Belov, B.T. Karuev, D.N. Koshurnikov, A.N. Samsonov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №01(85). S. 125-139. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/40.pdf>, 0,938 u.p.l.
4. Grjazin, V.A Nagruzhenost' podemno-transportnyh mashin v rezhime vypolnenija tehnologicheskikh operacij [Tekst]/ Grjazin V.A.// Traktory i sel'hozmashiny.- 2010. № 7. S. 30-32.