

УДК 621.869

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ В ГИДРОПРИВОДЕ АВТОГРЕЙДЕРА

**В.А. Шевченко, доцент, к.т.н., В.Н. Рагулин, ассистент,
Е.С. Павлюченко, студентка, ХНАДУ**

Аннотация. Представлена методика и результаты экспериментального исследования нагрузок, действующих в механизме подвески рабочего оборудования автогрейдера ДЗк-251.

Ключевые слова: автогрейдер, нагрузка, подвеска, гидропривод, давление.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ, ЩО ДІЮТЬ У ГІДРОПРИВОДІ АВТОГРЕЙДЕРА

**В.О. Шевченко, доцент, к.т.н., В.М. Рагулін, асистент,
О.С. Павлюченко, студентка, ХНАДУ**

Анотація. Представлено методику і результати експериментального дослідження навантажень, що діють у механізмі підвіски робочого устаткування автогрейдера ДЗк-251.

Ключові слова: автогрейдер, навантаження, підвіска, гідропривід, тиск.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF LOADINGS ACTING IN MOTORGRADER HYDRAULIC DRIVES

**V. Shevchenko, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences,
V. Ragulin, teaching assistant, E. Pavlyuchenko, student KhNAHU**

Abstract. Methods and findings of the experimental research into loadings acting in DZk-251 motor grader suspension unit have been presented.

Key words: motor grader, loading, suspension, hydraulic drive, pressure.

Введение

Автогрейдеры получили большое распространение в дорожном строительстве благодаря возможности выполнять широкий спектр рабочих операций, таких как: профилирование, планирование поверхностей, разработка грунта, перемещение и перемешивание материалов на дороге.

Опыт эксплуатации этих машин показывает, что одним из наименее надежных элементов является гидропривод управления рабочим оборудованием. Наиболее часто при эксплуатации возникают следующие отказы:
– обрыв рукавов высокого давления;

– чрезмерный износ манжет гидроцилиндров;
– увеличение зазоров в золотниковых парах.

Перечисленные факты приводят к необходимости детального изучения нагруженности основных элементов гидропривода рабочего оборудования автогрейдера при выполнении рабочих операций и в транспортном режиме.

Анализ публикаций

Современные методы проектирования гидроцилиндров рабочего оборудования автогрейдера базируются на рассмотрении плоских расчетных схем. В качестве внешних

нагрузок рассматриваются предельные статические усилия, возникающие в случае отрыва колес машины от грунта при опирании отвалом, либо силы, соответствующей стандартным рабочим нагрузкам в режиме разработки грунта [1, 2].

Исследования переходных процессов, связанных с резким нарастанием нагрузки на рабочем оборудовании при интенсивном заглаблении в грунт, упоре отвала в труднопреодолимое препятствие, показывают, что динамические усилия могут в 1,2–1,6 раза превысить их статический уровень [2, 5]. Подобное пиковое нагружение приводит к аналогичным перегрузкам в силовых гидроцилиндрах.

Из-за неоднородности грунта и ввиду случайного характера продольного и поперечного профилей рабочих площадок в ситуациях стандартного резания грунта регистрируется случайное изменение внешних рабочих нагрузок [3–5], что также сказывается на нагруженности силовых элементов гидропривода автогрейдера.

Таким образом, процесс формирования нагрузок, действующих на рабочее оборудование машины при выполнении технологических операций по разработке грунта, носит сложный характер.

Цель и постановка задачи

Целью исследования является экспериментальное изучение закономерностей формирования нагрузок, действующих на силовые гидроцилиндры основного отвала автогрейдера.

Для проведения экспериментального исследования была разработана методика, включающая в себя:

- планирование эксперимента;
- выбор оборудования и измерительных средств [5, 6];
- определение условий постановки опытов;
- анализ полученных результатов.

В качестве объекта исследования был выбран автогрейдер ДЗк-251 производства Крюковского вагоностроительного завода (рис. 1). Испытания проводились по ГОСТ 11030-93. В соответствии с ним для исследования были

выбраны следующие виды работ: интенсивное заглабление грейдерного отвала в грунт до полной остановки машины (стопорный режим), резание грунта стружкой постоянного сечения (рис. 2, 3).



Рис. 1. Автогрейдер ДЗк-251



Рис. 2. Стопорный режим



Рис. 3. Резание грунта (прямок)

При выполнении транспортных операций предусматривался и проезд через неровности: комбинированные препятствия полуцилиндрической формы высотой 170 мм, шириной в области основания 310 мм и длиной 1500 мм. Расстояние между препятствиями соответствовало базе балансирующей тележки автогрейдера (рис. 4).

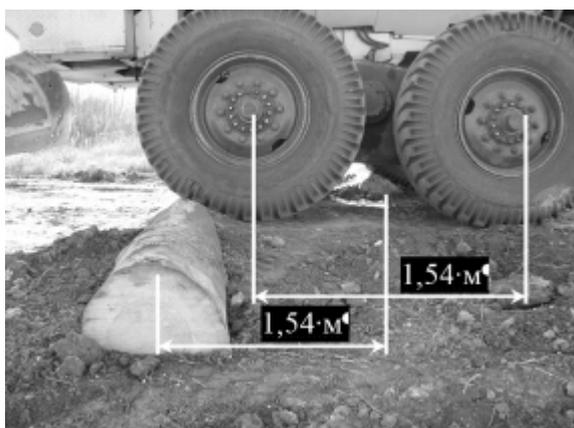


Рис. 4. Переезд препятствия балансирной тележкой

Методика проведения исследований

В соответствии с планом экспериментов варьировались:

- угол захвата грейдерного отвала (30° , 45° , 60° , 90° , 135°);
- выполнение рабочих операций всей кромкой и перекоп 7° ;
- выдвижение грейдерного отвала относительно тяговой рамы (0 мм, 700 мм, 1400 мм);
- выдвижение тяговой рамы относительно хребтовой рамы (левое, среднее и правое положения, при которых возможна полноценная работа автогрейдера);
- начальная скорость движения автогрейдера.

Эксперименты проводились на грунте II категории в пределах территории полигона ХНАДУ в летний период, в сухую погоду.

При проведении исследований регистрировались:

- давление гидравлической жидкости в правом и левом гидроцилиндрах подъема-опускания грейдерного отвала в обеих полостях;
- давление гидравлической жидкости в гидроцилиндре выноса тяговой рамы в сторону (поршневая полость);
- крутящий момент на центральной полуоси балансирной тележки;
- усилие в шкворне тяговой рамы;
- действительная линейная скорость автогрейдера.

Давление в гидроцилиндрах подвески рабочего оборудования измерялось компактными датчиками давления ECO-TRONIC, модели ECO-1.

Для регистрации показаний датчиков использовался аналогово-цифровой измерительный комплекс, включающий в себя усилители сигналов, АЦП, ноутбук [3, 4].

В процессе проведения экспериментов производилось фиксирование информации при помощи восьми датчиков, которые в комплексе с записывающей аппаратурой были соединены в коммутационную схему, представленную на рис. 5.

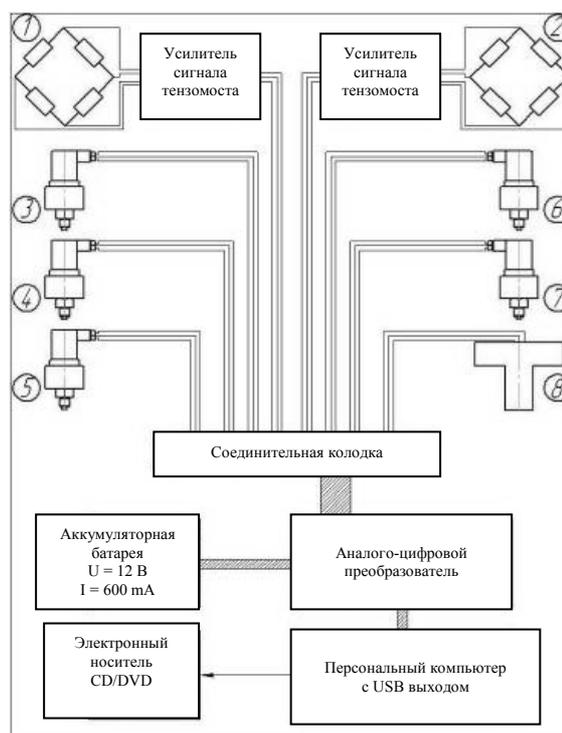


Рис. 5. Коммутационная схема подсоединения аппаратуры: 1 – тяговая рама; 2 – центральная полуось; 3 – правый г/р поршневая полость; 4 – правый г/р штоковая полость; 5 – вынос тяговой рамы; 6 – левый г/р поршневая полость; 7 – левый г/р штоковая полость; 8 – обороты «7-го» колеса (действительная скорость автогрейдера)

В процессе проведения экспериментов проводилась операция интенсивного заглубления краем отвала в грунт. Такая схема работы приводит к асимметричному перераспределению нагрузок между гидроцилиндрами подъема-опускания отвала (рис. 6).

Анализ приведенных графиков позволяет сделать следующие выводы. В гидроцилиндре, расположенном ближе к рабочему краю отвала, рабочей является поршневая полость, в то время как у дальнего гидроцилиндра – штоковая.

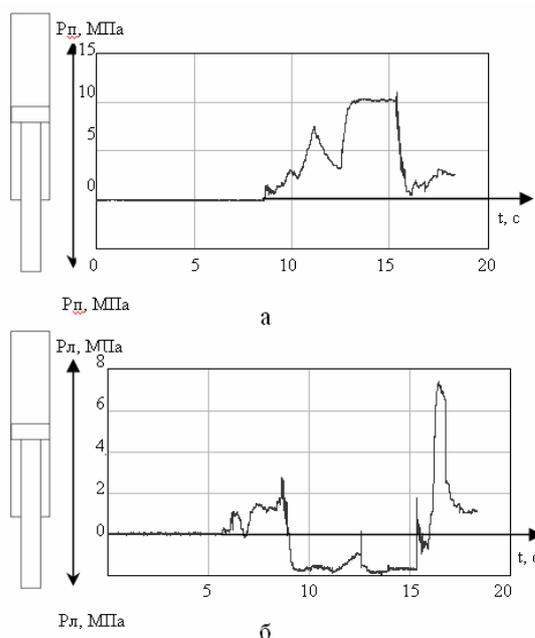


Рис. 6. Графики изменения давления жидкости в рабочих полостях гидроцилиндров подъема-опускания рабочего оборудования процесса интенсивного резания углом отвала при установке в плане 60° , перекося рабочего оборудования 7° : а – гидроцилиндр, ближайший к рабочему краю отвала; б – гидроцилиндр, дальний от рабочего края отвала

Процесс изменения во времени давления жидкости в нагруженных полостях носит детерминированный характер с четко выраженным трендом, но одновременно фиксируется случайная составляющая, появление которой можно объяснить неоднородностью свойств грунта. Максимальные значения давления жидкости лежат в пределах $8,4\text{--}9,6$ МПа, что соответствует настройке предохранительного клапана гидравлической системы. Такие параметры рабочего процесса, как угол захвата, вынос отвала в сторону влияют на значения предельных нагрузок (рис. 7, 8).

Изменение угла захвата от 90° до 30° приводит к уменьшению предельных давлений на $75\text{--}80\%$. Вынос же отвала в сторону вызывает снижение предельных давлений в $2\text{--}2,5$ раза.

В транспортном режиме при переезде через неровности опорной поверхности наиболее нагруженными являются штоковые полости обоих гидроцилиндров подъема-опускания отвала.

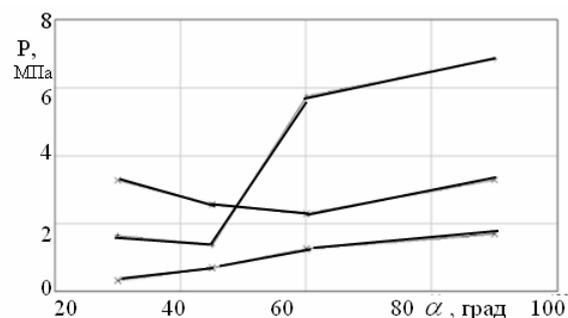


Рис. 7. Зависимость предельного давления в поршневой полости гидроцилиндра от угла захвата

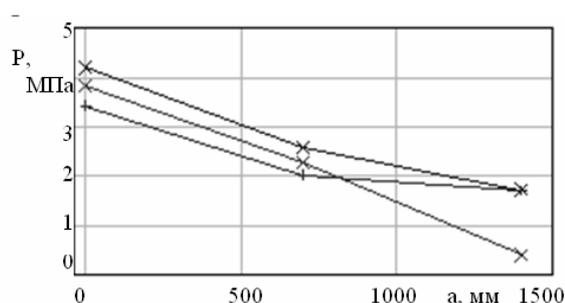


Рис. 8. Зависимость предельного давления в поршневой полости гидроцилиндра от выноса отвала в сторону

Изменение давления жидкости в нагруженных полостях носит ярко выраженный колебательный характер. Пиковый заброс давления достигает $11,2\text{--}13,4$ МПа в зависимости от начальной скорости автогрейдера. Поскольку настройка предохранительного клапана соответствует $10,5$ МПа, можно сделать вывод, что последний не успевает срабатывать при быстром изменении давления в системе.

Выводы

На основании приведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- асимметричное приложение рабочей нагрузки на отвале автогрейдера приводит к асимметричному нагружению гидроцилиндров подъема-опускания рабочего оборудования, что противоречит существующим методикам;
- процесс изменения давления в нагруженных полостях гидроцилиндров носит детерминированный характер с наложенной на него случайной составляющей;
- изменение угла захвата от 90° до 30° приводит к снижению предельного давления на $75\text{--}80\%$;

– изменение выноса отвала от 0 м до 1,4 м приводит к изменению предельных давлений в 2–2,5 раза;

– движение по неровностям опорной поверхности приводит к развитию в нагруженных полостях гидроцилиндров подъема-опускания рабочего оборудования колебательных процессов изменения во времени давления жидкости. Забросы этого давления достигают 11,2–13,4 МПа, что превышает уровень настройки предохранительного клапана.

Литература

1. Севров К.П. Автогрейдеры. Конструкции, теория, расчет / К.П. Севров, Б.В. Горячко, А.А. Покровский. – М.: Машиностроение, 1970. – 192 с.
2. Хмара Л.А. Машины для земляных работ: навч. посібник / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, В.В. Нічке та ін. – Рівне – Дніпропетровськ. – Харків [б.в.], 2010. – 558 с.
3. Недорезов И.А. Вероятностный анализ усилий в рабочем оборудовании землеройных машин / И.А. Недорезов, Б.А. Бондарович, Д.И. Федоров // Строительные и дорожные машины. – 1971. – № 8. – С. 10–12.
4. ВНИИСТРОЙДОРМАШ. Расчет автогрейдера. – М.: Машиностроение, 1963. – 100 с.
5. Кириченко И.Г. Проведение экспериментальных исследований автогрейдера ДЗк-251 с применением компьютерной тензостанции / И.Г. Кириченко, Л.В. Назаров, В.А. Шевченко, А.В. Воронович // Вісник КДПУ. – Кременчук. – 2006. – Вип. 2/2006, Ч. 1. – С. 44–46.
6. Аппаратурное обеспечение экспериментального исследования гидропривода автогрейдера ДЗк-251 / Л.В. Назаров, В.А. Шевченко, В.Н. Рагулин и др. // Вестник ХГТУБА: науч. сб. строительства. – Х.: Изд-во ХГТУБА. – 2008. – Вып. 50. – С. 92–95.

Рецензент: В.И. Мощенок, профессор, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 10 мая 2012 г.
