



УДК 677.022.54

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАЗРАБОТКИ СНЕГА БУЛЬДОЗЕРОМ С ВЫДВИГАЕМЫМ ОТВАЛОМ

БАШИКОВ И.Т.
КГТУ им. И.Раззакова
izvestiya@ktu.aknet.kg

В работе приводятся данные о стенде для экспериментального исследования процесса взаимодействия выдвигаемого отвала бульдозера со снежной массой. Изложена методика проведения экспериментальных исследований снега для различных положений отвала бульдозера. Определена погрешность измерений, проводимых в процессе исследований как сумма погрешности измерительных средств и погрешности обработки результатов.

Для экспериментального изучения процессов взаимодействия рабочего оборудования с выдвигаемым отвалом со средой (грунтом, снегом) создан специальный стенд [1]. с участием автора Стенд представляет собой набор физических моделей рабочих органов, смонтированных на тензометрической тележке посредством дополнительной рамы с возможностью изменения угла установки отвала в плане, выноса отвала в сторону и выдвижением отвала вперед, а поступательное движение осуществляется перемещением тензометрической тележки с помощью канатных приводов.

Стенд для изучения процессов копания рабочей среды (рис. 1) имеет грунтовой канал, на котором установлена тензометрическая тележка, передвигающаяся по рельсовому пути. В качестве малосвязанного грунта канал заполнен песком или другими имитирующими материалами. На приводном барабане смонтирован приводной канат. Движение барабана осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор и ременную передачу.

Поверхность грунта разравнивается и прикатывается гладким катком, смонтированным на плавающей оси. На дополнительной раме смонтирована физическая модель рабочего органа с возможностью регулировки глубины копания винтом.

Привод рабочего органа – гидравлический, питаемый от шестеренного насоса, который приводится в движение электродвигателем. Расход потока жидкости регулируется дросселем, а выдвижение отвала производится гидрораспределителем P-75 от пульта управления.

Вначале рабочий орган устанавливается в правое крайнее положение, т.е. на правом конце грунтового клапана вместе с тележкой. Далее разравнивается поверхность грунта, и с помощью винта отвал рабочего оборудования опускается до определенной глубины (рис. 2). Параметры

грунтового канала, в том числе поперечное сечение, приняты из условия исключения влияния боковых стенок лотка на протекаемый процесс [2].

Основное достоинство данного стенда состоит в том, что его конструкция обеспечивает стабильную скорость передвижения рабочего органа, изменяя ее в широких пределах, что обеспечивает высокую точность измерений.

Коэффициент удельного сопротивления резанию k является обобщенным показателем характеристики снега и широко используется в расчетах строительно-дорожных машин [3]. Экспериментальные исследования для нахождения k проводились в реальных условиях в зимнее время, когда температура воздуха составляла $-17...-20^{\circ}\text{C}$. Резание снега проводилось на утрамбованных участках дороги средней плотностью $0,28\text{ т/м}^3$.

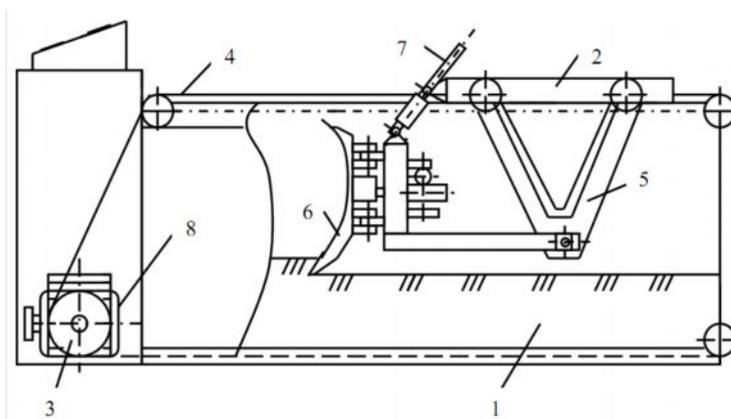


Рис. 1. Стенд для исследования процесса взаимодействия со снегом и рабочим органом бульдозера: 1 – грунтовой канал; 2 – тележка; 3 – барабан; 4 – канат; 5 – рама; 6 – рабочий орган; 7 – винт; 8 – электродвигатель

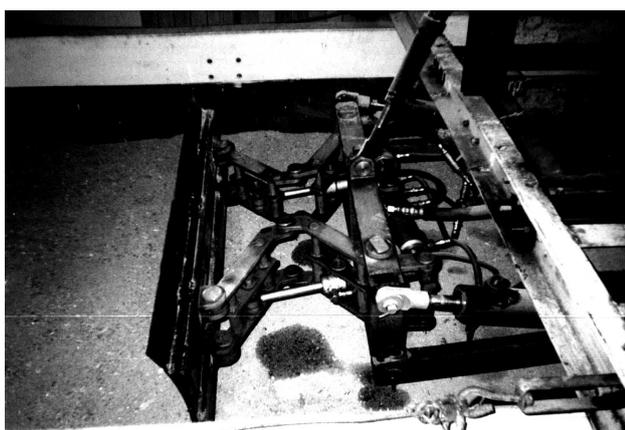


Рис. 2. Рабочий орган бульдозера выдвинут вперед

В качестве рабочего органа принимался плоский нож отвала с длиной 0,5 м и шириной 0,15 м. Запись на осциллограмму проводилась с помощью Г-образного тензозвена, позволяющего

раздельно записать касательную и тангенциальную составляющие сопротивления резанию снега [2]. На рис. 3 представлена схема подключения тензодатчиков к измерительным и записывающим приборам. Тензорезисторы с базой 20 мм с сопротивлением 200 Ом (2 ФКПА - 20 - 200 - ВТУ - 25 - 06 - 1382 - 78) приклеивались на тензозвено суперцементом. Предварительно они были протарированы при помощи разрывной машины Р - 20. Датчики предохранялись от механических повреждений, влаги и смазочных материалов тонким слоем эпоксидной смолы [4]. Запись информации проводилась шлейфовым осциллографом К- 121 и усилителем “Топаз - 1”. Сигналы от тензорезисторов и датчиков через усилитель поступали в осциллограф. Мост сопротивлений служит для регулирования выходного сигнала перед подачей его на гальванометр осциллографа. Питание осциллографа и усилителя осуществлялось через стабилизирующие блоки питания.

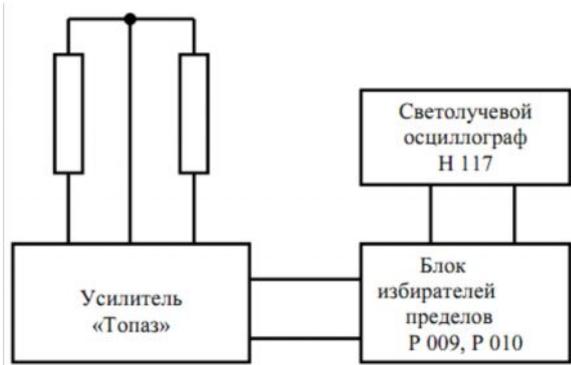


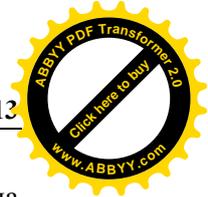
Рис. 3.Схема тензометрирования усилия резания снега

Погрешность измерений, проводимых в процессе исследований, определяется суммарной погрешностью измерительных средств и погрешностью обработки результатов.

Известно, что при установленных погрешностях тензометрической установки, которые не коррелирован или слабо коррелирован, общую погрешность измерительного тракта определяют геометрической суммой [5]:

$$\delta = \sqrt{\delta_f + \delta_o + \delta_r + \delta_g + \delta_m} \quad ,$$

где δ_f - погрешность тензометрического усилителя; δ_o - погрешность осциллографа;
 δ_r - погрешность магазина сопротивлений; δ_g - погрешность используемого гальванометра;
 δ_m - погрешность разрывной машины, при помощи которой производится тарировка.



Отклонение от линейности амплитудной характеристики канала усилителя типа “Топаз” составляет $\pm 1\%$, изменение усиления каналов на 6 часов работы при постоянной температуре окружающей среды $\pm 2\%$. Погрешности осциллографа К 121, магазина сопротивлений Р - 155 и гальванометра МО - 17 с собственной частотой 1200 Гц составляют соответственно $\pm 10\%$; $\pm 10\%$; $\pm 1\%$. Погрешность разрывной машины Р - 20 для испытаний бульдозерного оборудования равна $\pm 2\%$. Подставляя полученные величины в предыдущую формулу, получаем $\Delta = 15\%$.

Величину ошибки, получаемой при измерении ординат осциллограммы (погрешность считывания) можно определить как:

$$\Delta_{\text{считывания}} = \frac{h_o}{\theta_i} 100 \%,$$

где h_o - толщина линии записи; θ_i - величина ординаты.

Толщина линии записи по всему полю осциллограммы, одинакова и равна 0,5 мм. Минимальная величина ординаты, считываемая с осциллограммы равна 50 мм. Тогда погрешность считывания $\Delta_{\text{считывания}} = 1\%$, а погрешность измерений величин усилий, действующих на тензометрические звенья, $\Delta = 16\%$.

Необходимое количество наблюдений при условии обеспечения допустимой относительной ошибки определялось из выражений:

$$n \geq \frac{t^2 v^2}{\delta^2},$$

где t - коэффициент нормального распределения, который находится в таблицах в соответствии с выбранной доверительной вероятностью [6], для доверительной вероятности $p = 0,95$ коэффициент $t = 1,96$; v - коэффициент вариации

$$v = \frac{\sigma}{m(x)} 100 \%,$$

где σ - среднеквадратическое отклонение измеряемой величины; $m(x)$ - математическое ожидание.

Основываясь на многочисленных экспериментах по строительному и дорожному машиностроению можно принять допустимый коэффициент вариации в пределах 12...17% с надежностью экспериментальных результатов, равной 0,9. В соответствии с рекомендацией [7] получаем максимальное необходимое количество параллельных (повторных) опытов, равное 3.

Выводы: 1) разработанный стенд, смонтированный на тензометрической тележке с возможностью изменения угла установки отвала в плане, выноса отвала в сторону, и выдвижением отвала вперед, позволяет вести комплексное исследование рабочего органа



бульдозера с выдвигаемым отвалом; 2) определено необходимое количество наблюдений с учетом наличия допустимых погрешностей приборов и измерений.

Литература

1. Тургумбаев Ж.Ж., Кабашев Р.А., Исаков К. Кинематика бульдозерного оборудования с управляемым отвалом // Проблемы механизации в региональном строительстве: Тр. БПИ. 1991. - С. 30-31.
 2. Зеленин А.Н Основы разрушения грунтов механическими способами. – М.: Машиностроение, 1968. – 375 с.
 3. Снег: Справочник / Под ред. Д.М. Грея и Д.К. Майла. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 751 с.
 4. Тензометрия в машиностроении / Под ред. Р.А.Макарова. - М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.
 5. Дорожно-строительные машины и комплексы / Баловнев В.И., Ермилов А.Б., Новиков А.Н. и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 384 с.
 6. Хартман К., Лецкий Э., Жефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. - М.: Мир, 1977. – 552 с.
- Скокан А.И., Грифф М.И., Каран В.Д. Планирование экспериментальных исследований в дорожном и строительном машиностроении: Обзор. - М.: ЦНИИТОСтроймаш, 1974. – 74 с