

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ЗЕМЛЕРОЙНО- ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ С ГРУНТОМ

В.Ф. Демишкан, профессор, к.т.н., ХНАДУ

***Аннотация.** Рассмотрен процесс отделения стружки грунта от массива при различных состояниях грунта и параметрах режущего органа машины. Определена аналитическая зависимость усилия резания от глубины резания, влажности грунта и угла резания.*

***Ключевые слова:** грунтовый канал, модель ножа, аналого-цифровой измерительный комплекс, глубина резания, угол резания, влажность грунта, уравнение регрессии.*

Введение

Современные методы физического моделирования процессов резания грунта, разработанные в МАДИ профессором В.И. Баловневым дали возможность проводить экспериментальные исследования процессов резания грунта в лабораторных условиях [1–3].

К таким исследованиям относятся определение угла сдвига элемента грунта, амплитуды и частоты сколов грунта, а следовательно – характер нагружения ножевой системы, определяющий надежность и долговечность всей машины в процессе резания.

Цель работы

Целью работы является исследование влияния на величину силы резания грунта таких факторов как: состояние грунта и ножевой системы с учетом изменения угла резания, углы внутреннего и внешнего трения, а также коэффициента динамического деформирования грунта и глубины резания.

В соответствии с поставленной целью сформулированы задачи экспериментальных исследований:

1. Установление критериев подобия приближенного физического моделирования процесса резания грунта плоским ножом.

2. Изучение физической картины скалывания элементов грунта при различных значениях углов резания.

3. Изучение влияния характеристик разрабатываемого грунта на процесс скалывания элементов грунта.

Решение задачи

Для проведения экспериментальных исследований на модели предварительно были определены условия физического моделирования, которое осуществлялось в соответствии с теорией подобия. Моделирование с изменением прочностных свойств грунта позволяет легко переходить от параметров модели к параметру натурального образца с помощью соотношения

$$C_{уд.н} = C_{уд.м} (K_l)^n, \quad (1)$$

где $C_{уд.н}$ и $C_{уд.м}$ – соответствующие показатели натурной машины и ее модели; K_l – масштабный коэффициент, равный отношению линейного размера натурной машины к соответствующему размеру модели; n – показатель степени, зависящий от вида исследуемой величины.

Лабораторный эксперимент проводился в грунтовом канале кафедры строительных и дорожных машин ХНАДУ на модели бульдозерного отвала (рис. 1), подвешенного к тензометрической тележке.

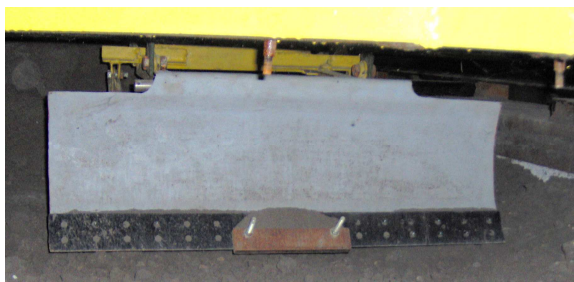


Рис. 1. Модель бульдозерного отвала для исследования процесса резания грунта

Горизонтальная составляющая сопротивления резания измерялась с помощью установленных вертикально консольных тензозвеньев, в которые специальными выступами упирается модель ножа.

Сигналы от тензозвеньев передавались на аналого-цифровой преобразователь и регистрировались в памяти компьютера. Цифровая запись сигнала позволила существенно упростить и формализовать обработку полученных результатов.

Для получения достоверных данных использовалась теория планирования эксперимента. Варьировались глубина резания, угол резания и влажность грунта. В соответствии с

рекомендациями [4] был составлен композиционный симметричный рототабельный план эксперимента.

Глубина резания варьировалась в эксперименте от 6 до 24 мм, угол резания варьировался от 30° до 60°, влажность грунта – от 12% до 18 %.

В результате обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов и отбрасывания незначительных коэффициентов получено уравнение регрессии, характеризующее процесс резания грунта

$$y = 815,76 + 315,59x_1 + 239,59x_2 - 61,29x_3 - 57,63(x_1)^2 + 113,61x_1x_2 - 16,53x_1x_3 + 87,67(x_2)^2 - 30(x_3)^2, \quad (2)$$

где x_1 – глубина резания, м; x_2 – угол резания, градусы; x_3 – влажность грунта, %.

Зависимость усилия скола элемента грунта от угла резания и влажности показана на рис. 2.

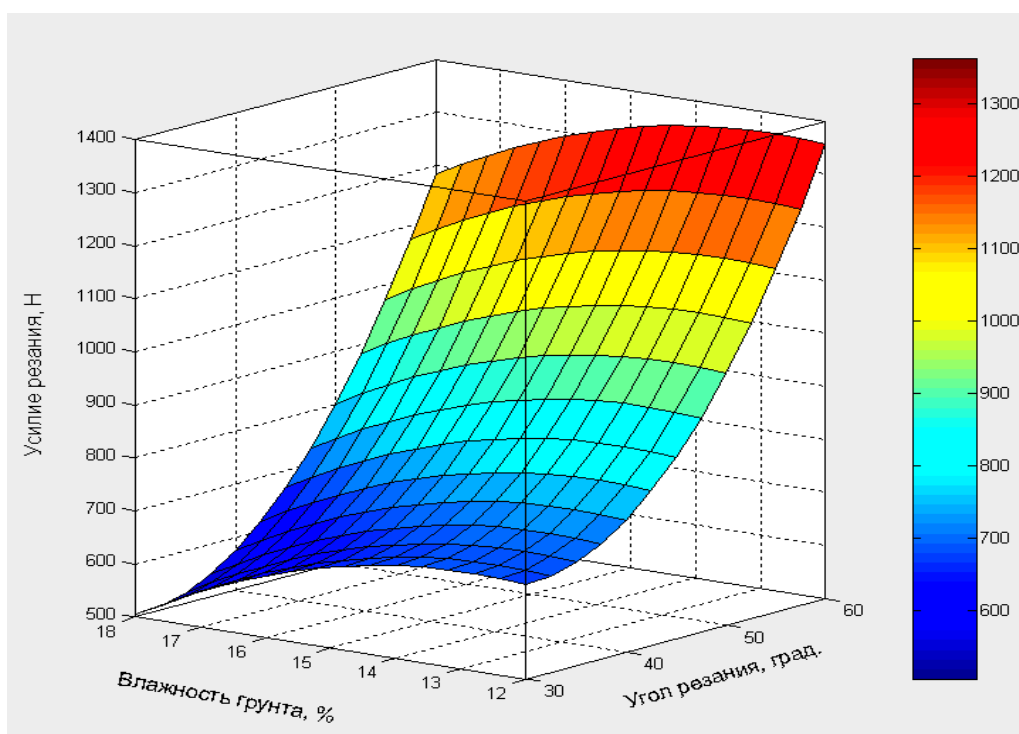


Рис. 2. Зависимость усилия скола элемента грунта от влажности грунта и угла резания

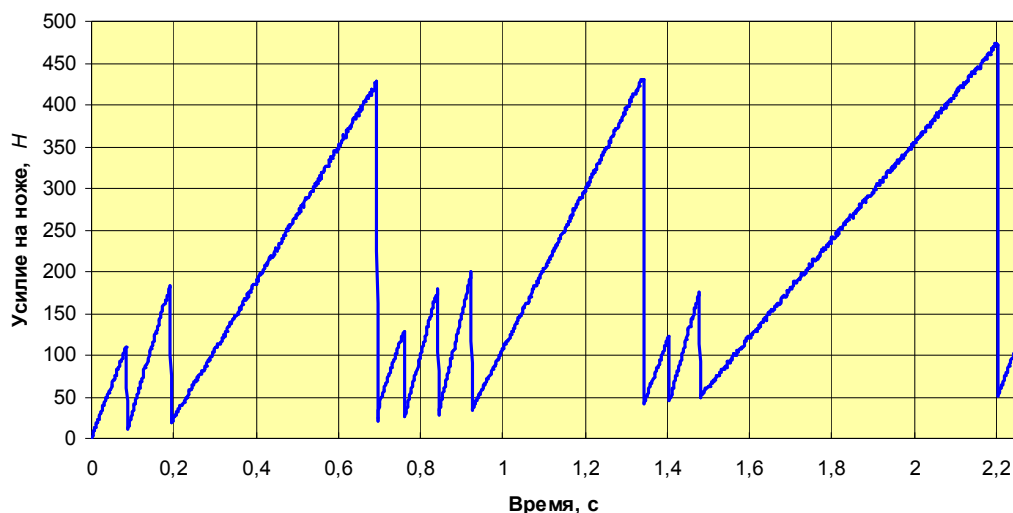


Рис. 3. Типичная осциллограмма изменения усилия резания грунта от времени

Типичная осциллограмма зависимости усилия скола от времени, построенная по результатам записи процесса с помощью аналого-цифрового комплекса, показана на рис. 3.

На осциллограмме, полученной при резании однородного грунта в канале, видны малые и большие сколы, предвиденные в теоретическом исследовании процесса. Одному большому сколу соответствовало 2 – 3 малых скола. Амплитуда малого скола составляла 15 – 25 % амплитуды большого скола.

Выводы

1. Экспериментально подтверждено появление малых и больших сколов элементов грунта.
2. Установлена аналитическая зависимость усилия скола элемента грунта от глубины резания, угла резания и влажности грунта.
3. Установлена частота появления сколов элементов грунта, определяющая показатели

надежности и долговечности землеройно-транспортной машины.

Литература

1. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
2. Нічке В.В., Антонов М.А., Єрмакова О.А., Робочі процеси землерійно-транспортних машин і їх інтенсифікація. – Харків: УСДО, 1995. – 184 с.
3. Холодов А.М. Основы динамики землеройно-транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1968. – 156 с.
4. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971.
5. Демішкан В.Ф., Нічке В.В. Підвищення якості землерійно-транспортних машин удосконаленням робочого процесу. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 272 с.

Рецензент: В.В. Нічке, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 18 мая 2009 г.