

ливался плуг, окучник, симметричный картофелекопатель. Полевые испытания якорной лебедки подтвердили возможность перемещать вышеуказанные почвообрабатывающие агрегаты, при этом развивая большие тяговые усилия (около 223 кгс), чем для мини-трактора Беларус 132 Н, имеющего номинальное тяговое усилие 2 кН (200 кгс) с мощностью двигателя 9,6 кВт [5]. Использование якорных лебедок позволяет снизить энергозатраты в 3-3.5 раза, по сравнению с мини-трактором «Беларус».

Предлагаемые устройства можно применять для разработки, рыхления грунта в стесненных условиях, рыхлить междурядья даже при сомкнутой ботве, использовать якорные лебедки как грузоподъемные устройства, как тяговые лебедки для корчевки кустарника и проведения сельскохозяйственных работ (вспашка, культивирование почвы, уборка картофеля, снега и др.).

#### **Список цитированных источников**

1. Шнеко-роторный рыхлитель грунта: патент на полезную модель № 8474 РБ МПК А 01 В 39/08 / В.И. Есавкин, А.Э. Есавкин: заявитель БрГТУ – заявка и № 20110927. – 16.11.2011.
2. Винт против мерзлоты / Б.Шумилин // Техника молодежи. – 1987. – №8. – с. 21-23.
3. Скотников, В.А. Машины для строительства и содержания осушительных дрен / В.А. Скотников, Л.И. Можейко, А.А. Мащенко, Н.П. Кладов. – М.: Машиностроение 1973. – 119-129 с.
4. Марон, Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / Ф.Л. Марон, А.В. Кузьмин. – Мн.: Вышэйшая школа, 1977. – 47 с.
5. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://moto-market.ru/>

УДК 621.9.01

**Иванов Д.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Драган А.В.**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НАГРУЖЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ**

### **СТАНОЧНЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ**

Целью проводимых экспериментальных исследований является развитие методов и средств оценки динамических процессов, возникающих в процессе обработки резанием, что может найти практическое применение для обоснованной оценки процесса резания, реальной нагруженности элементов инструментальных и станочных систем с учетом того, что большое разнообразие новых материалов, конструкций инструментов и режимов резания не позволяет обеспечить гарантированно высокую достоверность определения динамических параметров теоретическим путем. Необходимость экспериментальных работ обусловлена также невозможностью учесть при теоретических расчетах особенности геометрических параметров применяемых инструментов и условий обработки, что может оказывать существенное влияние на нагруженность инструмента и элементов станка, их надежность и долговечность и должно учитываться при проектировании технологии.

Экспериментальные работы по определению реальных усилий резания производились при высокоскоростной и высокоэффективной обработке на станках с ЧПУ фрезерной группы. Был использован вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Haas VF-6, позволяющий провести оценку сил резания в широком диапазоне режимов

резания для различных видов обработки с использованием широкой номенклатуры современного высокопроизводительного инструмента.

Для оценки силовых характеристик при резании в заданных направлениях использовался компьютерный контрольно-диагностический комплекс ВИКМА-2, представленный на рисунке 1. Комплекс позволяет фиксировать в режиме реального времени характеристики усилий методом тензометрирования, в ходе цикла измерений проводить выбора коэффициента усиления тензочаналов, балансировку измерительного моста, проведение калибровки каналов с обеспечением динамического. Комплекс позволяет производить передачу данных посредством интерфейса USB 2.0 на ПЭВМ и производить измерения с частотой дискретизации до 45 кГц для исследования динамических процессов в любом частотном диапазоне, характерном для станочных систем.



**Рисунок 1 – Компьютерный комплекс ВИКМА-2**

В качестве первичных измерительных преобразователей для измерения сил резания использовались тензометрические резисторы с номинальным сопротивлением 100 Ом, соединенные в мостовую схему. Они использованы в составе динамометра СУРП-600, который был адаптирован для работы с контрольно-измерительным комплексом и позволяет фиксировать усилия до 6 кН.

Для измерения составляющих сил резания при сверлении и фрезеровании динамометр укомплектовывался специальным столом и устанавливался на станке Haas VF-6 (рисунок 2).

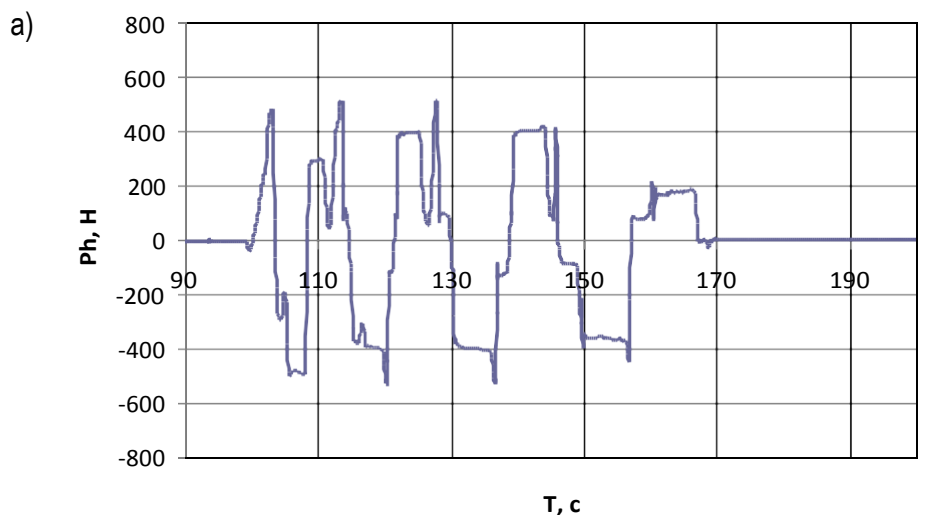
Перед проведением исследований было проведено тарирование используемого измерительного динамометра СУРП-600 и измерительного тракта аппаратно-программного комплекса.

Использование высокочувствительного современного аппаратно-программного комплекса позволило определялись не только пиковые значения сил резания, а также динамику их изменения в вертикальном и горизонтальном направлении в ходе цикла обработки.

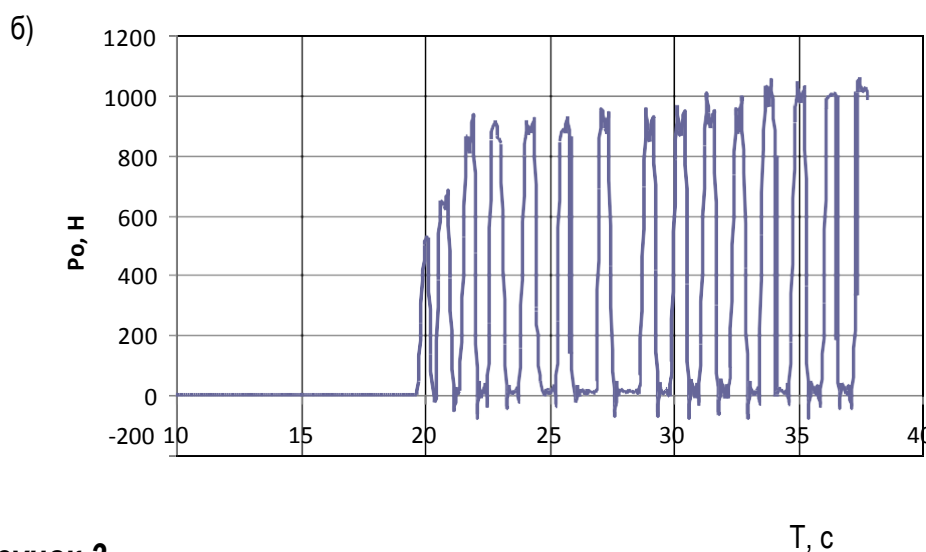
Например, на приведенных графиках (рисунок 3) изображена динамика изменения величины горизонтальной  $P_h$  составляющих сил резания в течение цикла контурного фрезерования пластины твердосплавной фрезой, а также осевой силы  $P_o$  при сверлении отверстия специальным твердосплавным сверлом.



**Рисунок 2 –Динамометр СУРП-600 на столе станка Haas VF-6**



а – контурном фрезеровании плоскости твердосплавной фрезой  $\varnothing 22$  при  $S_M = 1200$  мм/мин,  $n = 1500$  мин<sup>-1</sup>,  $t = 0,5$  мм;



б – при сверлении отверстия твердосплавным сверлом  $\varnothing 13$  мм при  $S_M = 120$  мм/мин,  $n = 1500$  мин<sup>-1</sup>,  $t = 6,5$  мм

**Рисунок 3 –  
Изменение  
сил резания**

Полученные данные о силах резания при высокопроизводительной фрезерной и сверлильной обработке соответствуют общепринятым представлениям. Соотношение максимальных значений по вертикальному и горизонтальному направлению с учетом постоянной смены условий резания (неполное несимметричное попутное/встречное фрезерование) соблюдается. В то же время получение значений сил расчетным методом затруднительно, поскольку не позволяет учесть особенности геометрии и конструкции применяемого инструмента, изменения условий работы вследствие смены траектории движения, переменных из-за этого величин срезаемого слоя.

Заданные режимы резания являются умеренными по критерию нагруженности инструмента и станочной системы и ограничивались надежностью закрепления заготовки в приспособлении измерительного динамометра СУПР-600. При увеличении в эксплуатационных условиях режимов резания, в первую очередь глубины резания  $t$ (мм), а также подачи (мм/об), следует ожидать пропорционального увеличения сил резания с сохранением полученных закономерностей изменения сил резания.

#### **Список цитированных источников**

1. Определение фактических сил резания при высокоскоростной и высокоэффективной обработке различных металлов и сплавов на станках с ЧПУ фрезерной группы: Научно-технический отчет по договору №ХД 13/40 / Брестский государственный технический университет; Руководитель работы А.В. Драган. – Брест, 2013. – 21 с.

УДК 681.5

**Козлович К.А.**

**Научный руководитель: доцент Прокопеня О.Н.**

### **СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫМ МОДУЛЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА И НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРОВ**

Данная работа посвящена проблеме управления движением мобильных роботов. Она выполнялась в сотрудничестве с Высшей школой Равенсбург-Вайнгартен (Германия) на базе конструкции мобильного робота, созданного в данном учебном заведении. Конструкция является оригинальной и защищена патентом. При наличии достаточно качественной механической части устройство пока не имеет эффективной системы управления. Это не позволяет реализовать на практике те потенциальные возможности, которые заложены в конструкцию.

Рассматриваемая конструкция содержит четыре двигательных модуля. Каждый модуль имеет два колеса с индивидуальными приводами. Таким образом, устройство содержит восемь взаимосвязанных приводов, система управления которыми является достаточно сложной. Ее синтез возможен только на основе современных компьютерных методов проектирования.

Для обеспечения хорошей управляемости робота, прежде всего, необходимо построить эффективную систему управления движением отдельного модуля. Его внешний вид показан на рисунке 1.

Двигательный модуль содержит два колеса. Каждое колесо имеет привод от двигателя постоянного тока мощностью 90 Вт через редуктор с передаточным отношением 21,36. За счет управления двигателями можно обеспечить поступательное движение