

## **ДВИЖЕНИЕ НАГРУЗКИ ПО СЛОЮ, ЛЕЖАЩЕМУ НА ВЯЗКОУПРУГОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ**

*А.А. Кузнецовой*

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *А.В. Чигарев*  
*Белорусский национальный технический университет*

Рассмотрено решение задачи о движении сосредоточенной нагрузки по вязкоупругому слою, лежащему на вязкоупругом основании.

Решение задачи проводится в системе координат, связанной с движущимся источником. Считаем, что слой и полупространство жестко скреплены между собой. В подвижной системе координат задача является стационарной и дифференцирование по времени в уравнение динамики балки и полупространства не входит.

Для нахождения предложенного аналитического решения задачи применяется преобразование Фурье по координате, вдоль которой происходит движение. Полученные интегральные представления решения требуют для своего исследования больших объемов вычислений, т.к. под знаками интегралов содержатся быстроосциллирующие функции. В работе развит способ приближенного вычисления нормального смещения поверхности полупространства под движущейся нагрузкой. Способ основан на том, что в прикладных задачах скорость движения наземных транспортных средств на порядок меньше скоростей распространения упругих волн в твердых телах. Это позволяет в интегральных представлениях выделить малые параметры и провести по ним разложения по степеням безразмерных параметров, характеризующих отношение скорости движения нагрузки к скоростям продольных и поперечных волн в полупространстве. Используя представление специальных функций типа функции Макдональда, выполняем интегрирование и получаем решение в рядах. Проведено сопоставление полученного решения с найденными ранее другими методами для случая чисто упругих слоев и полупространства. Расчет показал хорошее совпадение для случая, когда материал слоя и полупространства одинаковый (известняк), а также в случаях когда материал полупространства гранит, сланц, глейсс, а слоя – песчаные.

Наиболее значительное расхождение полученного решение от известного имеет место в месте приложения нагрузки и достигает 30 %. Таким образом, в зонах достаточно удаленных от точки приложения нагрузки можно применять приближенные аналитические оценки.

### **Литература**

1. Филимонов А.П. Колебания деформируемых систем. М., Машиностроение, 1970, 734 с.
2. Липень А.Б., Чигарев А.В. Перемещение в упругом полупространстве при движении нагрузки на балке, лежащей на его поверхности ЛПММ, 1998, т. 62, в. 5, с.854 – 859.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУНОГОЙ ХОДЬБЫ В ПОЛЕ ТЯЖЕСТИ**

*Ю.А. Розанова*

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *А.В. Чигарев*  
*Белорусский национальный технический университет*

Работа посвящена моделированию двуногой ходьбы для циркулярной стержневой системы, движущейся в условиях земного притяжения по наклонной плоскости.

Рассматриваемая система отражает важные элементы реальной двуногой ходьбы человека и описывает весь диапазон пассивных походок от строго периодической до хаотической.

Уравнение динамики полученные на основе уравнений Лагранжа 2 рода являются не линейными и поэтому исследуются по линейному приближению.

Исследование устойчивости проводится на основе полученных уравнений и может быть использована при проектировании протезов.

## Литература

1. A. Goswami, A. Kerame, B. Espion Comprass-like roboot Part II: Control Strategies, Research report INRIA, 1996. ies,
2. Смалюк А.Ф. Модель устойчивой пассивной ходьбы// Математическое моделирование деформируемого твердого тела: Сб. статей / под ред. О.Л. Шведа. –Мн.: ИТК НАН Беларуси, 1999 –С. 88—97.
3. Chigarev A., Smaliuk A. Simple mathematical model of uncontrolled biped walking. “Mechanika-99, Jnt. Conf., Kaunas, 1999.

## ОЧИСТКА ОТ НАГАРА И ПОЛИРОВАНИЕ КЛАПАНОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫМ ПОЛИРОВАНИЕМ

*И.Н. Янковский*

Научный руководитель - к.т.н. *Ю.В. Синькевич*  
*Белорусский национальный технический университет*

От качества очистки поверхностей деталей от загрязнений зависит производительность труда и культура производства при выполнении основных ремонтных операций. Одним из видов эксплуатационных загрязнений деталей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является нагар, представляющий собой твердые углеродистые частицы, образующиеся в результате сгорания топлива и масла. Нагар имеет предел прочности на сжатие до 30 МПа при толщине обычно не превышающей 10 мм [1]. Существующие методы очистки от нагара (механический, химический, термохимический и комбинированный) имеют ряд недостатков: требуют применения ручного труда во вредных условиях, имеют не высокую производительность и качество очистки, оказывают влияние на физико-химические свойства поверхностного слоя металла [2]. Кроме того, детали ДВС после очистки от нагара, для обеспечения заданных геометрических параметров, в большинстве случаев дополнительно полируют.

С целью повышения производительности очистки, улучшения условий труда и культуры производства исследовалась возможность применения электроимпульсного метода обработки, совмещающего в одном процессе очистку поверхностей от нагара и полирование. Обрабатывались клапаны двигателей бронетанковой техники в течение 5 мин при напряжении  $U=280$  В и силе тока  $I=16...18$  А. Толщина нагара находилась в пределах от 1 до 5 мм. При оценке качества обработки в качестве критериев обработки были приняты: за время обработки клапан должен быть полностью очищен от нагара, диаметр пальца клапана должен находиться в пределах поля допуска, а шероховатость поверхности пальца не должна превышать  $Ra=1,25$  мкм.

На первом этапе обработка велась в электролите, содержащем хлорид-ионы. В этом случае не удалось обеспечить полного удаления нагара -- на поверхности шейки клапана осталось кольцо нагара шириной до 5 мм. Съем металла на сторону составил 20...25 мкм.

На втором этапе в состав электролита, наряду с увеличением концентрации хлорид-ионов, был введен обезжириватель НТ-М (А). Нагар и в этом случае удалить полностью не удалось. При этом оставшееся на шейке клапана кольцо нагара имело нехарактерный металлический оттенок. Съем металла на сторону превысил 50 мкм, а диаметр пальца клапана после обработки вышел за нижнее значение поля допуска.

На третьем этапе был использован электролит на основе сульфат- и фосфат-ионов. Перед электроимпульсной обработкой клапаны дополнительно химически обезжиривались в растворе щелочи, что привело к частичному разрыхлению нагара. После электроимпульсной обработки в течение 5 мин произошел основной съем нагара, однако на шейке клапан осталось кольцо нагара шириной до 5 мм. Съем металла на сторону составил 5 мкм, что позволяет нам увеличить время обработки до полного удаления нагара.

При проведении дальнейших экспериментов было установлено, что повышение напряжения до 380 В обеспечивает полное удаление нагара с поверхности клапана в различных