

УДК 621.9.011:517.962.1

## СИСТЕМА БИОНИЧЕСКИХ ОПОР ДЛЯ МОБИЛЬНОГО БАЗИРОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Довнар С. С., Яцкевич О. К., Лапука А. Д., Жаврид Ю. Ю., Креспкая В. Я.,  
Мануш А. Д., Шишилов Д. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: stanislaw.dovnar@gmail.com

**Summary.** System of bionic feet is proposed for mobile supporting of CNC machine tools. Shape of the tree stump with roots is used. 3D-printed hollow metallic “TreeRoot” objects should be acceptable for unstable soil bounding and freezing. FEA shows smooth stress dispensation inside “root-soil” bionic system.

В современных условиях станки с ЧПУ, особенно в гибридном (аддитивно-субтрактивном исполнении), всё чаще могут становиться гибридными *мобильными* машинами (ГТМ). Мобильность может потребоваться от самых разных видов станков. Точное и жесткое базирование станка может оказаться нужным на неустойчивых основаниях (например, болотистая почва). Это ожидается при перемещении техники в арктических, субарктических и, наоборот, субтропических условиях.

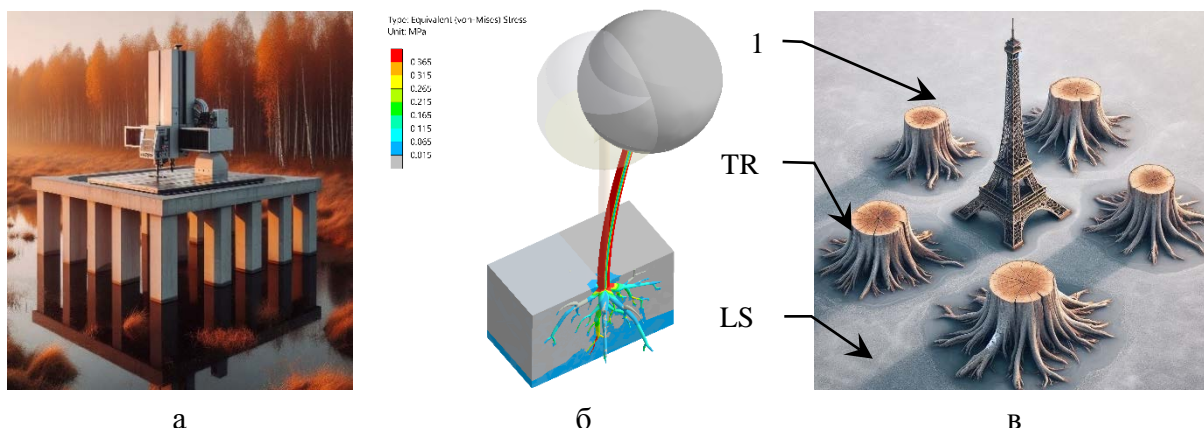


Рисунок 1 – Базирование станка (ГТМ) на обычном фундаменте в слабом грунте (а), МКЭ-анализ нагружения деревом корневой системы (б) и идея опирания сооружения 1 на бионические опоры «TreeRoot» (TR) при условии «замораживания» прилегающего грунта LS (в)

Создание традиционных бетонных фундаментов (рис. 1, а) может оказаться дорогим и, главное, длительным. На самые разные грунты успешно опираются корни деревьев (рис. 1, б). Наше предложение заключается в создании (например, на 3D-принтере) бионических опор «пень с корнями» (*TreeRoot*), погружении их в неустойчивый грунт и скреплении грунта (*LS* – locked soil) с *TreeRoot* «замораживанием» (рис. 1, в). Замораживание грунта вокруг «пней» под ГТМ (рис. 2, а) может производиться с помощью самих объектов *TreeRoot*. Для этого при печати их на 3D-принтере в кор-

нях могут быть оставлены каналы-трубопроводы (рис. 2, б). При продувке их сжатым воздухом (1) проявляется мощный охлаждающий эффект. Воздух далее может выходить (2) из концов корней и подниматься обратно (3) в атмосферу сквозь грунт.

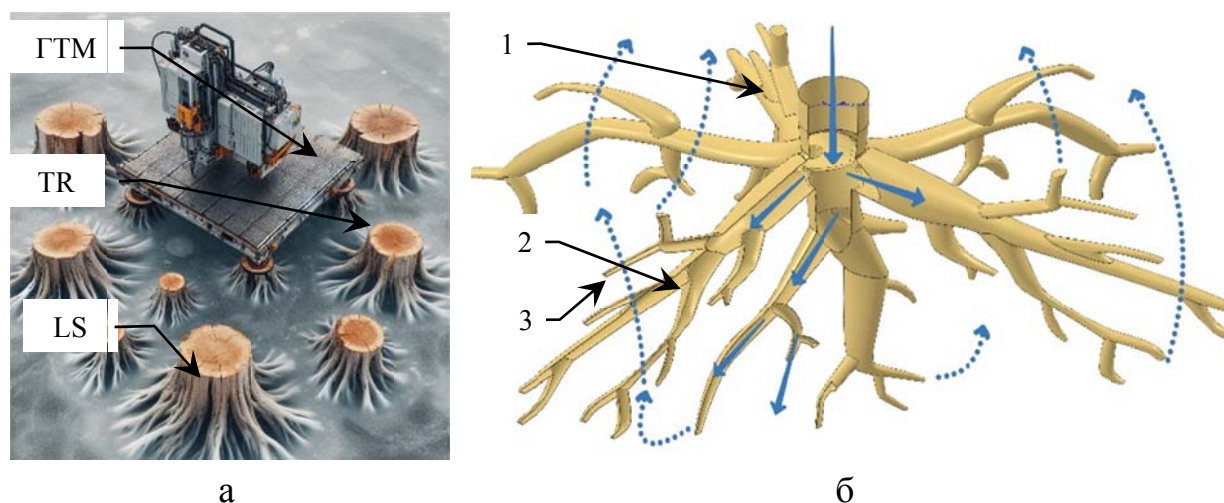


Рисунок – Станок ГТМ, опирающийся на искусственные пни TreeRoots (TR) в скрепленном грунте LS (а) и замораживание грунта полым TR путем нагнетания воздуха по 1 – 2 – 3

МКЭ-моделирование показывает (рис. 3, а), что в обычной почве давление на деревянный (дубовый) пень может создавать в нем многочисленные концентраторы напряжений. Однако, гармонизация модулей упругости скрепленного грунта и металлического *TreeRoot* создает (рис. 3, б) весьма благоприятное и мало-градиентное распределение сжимающих напряжений.

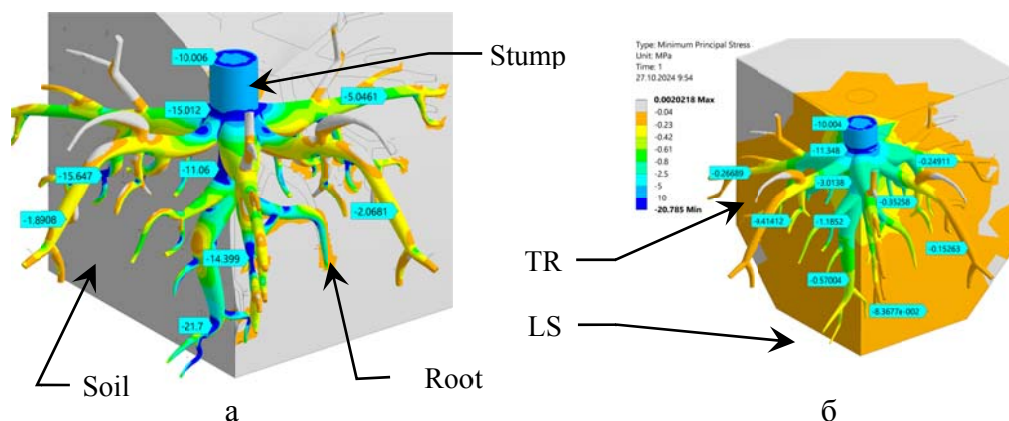


Рисунок 3 – Картины минимального главного напряжения  $\sigma_3$  (МПа) при вертикальном давлении (10 МПа) на пень Stump с корнями Root: а – в слабом грунте Soil ( $\times 400$ ); б – в скрепленной почве LS объектом TR ( $\times 4500$ )

Сжимающие напряжения плавно убывают от пня к корням. Давление от вышележащей ГТМ равномерно распределяется в грунте. Это позволяет рассчитывать на стабильность опирания ГТМ. Скрепляемым грунтом могут

быть водонасыщенные среды, импрегнированный песок, болотный гель и т.д. Перспективным материалом является магнитно-реологическая среда в контейнере. Она может быть отверждена местным магнитным полем.

**УДК 54.148, 544.526, 535.243**

### **ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ**

#### **TiO<sub>2</sub>/Ti с НАНОЧАСТИЦАМИ МЕТАЛЛОВ (Ag, Cu)**

*Евсейчик М. А., Сонных А. Д., Москалёва К. К., Крупенько Д. М.*

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники,*

*ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»,*

*Белорусский государственный университет*

*e-mail: horizons.forum@gmail.com*

***Summary.** Photocatalytically active heterostructures TiO<sub>2</sub>/Ti with Ag or Cu nanoparticles were formed on a titanium foil substrate by sol-gel method or electrochemical deposition. The efficiency of photocatalytic decomposition of Rhodamine B in water solution (5 mg/L) of Ag/TiO<sub>2</sub>/Ti and Cu/TiO<sub>2</sub>/Ti samples riched about 30 % under UV (365 nm) activation.*

Диоксид титана является перспективным материалом для применения в гетерогенном фотокатализе благодаря своей высокой устойчивости к воздействию химических веществ, низкой токсичности и доступной стоимости. Основными недостатками TiO<sub>2</sub>, как широкозонного полупроводника ( $E_g = 3-3,6$  эВ), являются его слабая чувствительность к видимому свету и необходимость активации УФ-излучением. Повышение фотокаталитической эффективности диоксида титана может осуществляться модифицированием поверхности данного полупроводника наноструктурами различных металлов [1]. Целью работы является получение материалов на основе диоксида титана с улучшенными фотокаталитическими свойствами путем синтеза наночастиц (НЧ) серебра и меди на поверхности гетероструктур TiO<sub>2</sub>/Ti. Гетероструктуры TiO<sub>2</sub>/Ti получали двухстадийным химико-термическим окислением по методике, описанной в работе [2]. Электрохимический синтез НЧ серебра (Ag) на поверхности гетероструктур проводили в водном растворе нитрата серебра (AgNO<sub>3</sub>) с концентрацией 10 ммоль/мл при постоянном напряжении 1 В. Для синтеза НЧ Ag золь-гель методом раствор нитрата серебра и цитрата натрия (Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>) нагревали на водяной бане при постоянном перемешивании в течение 15 мин до появления ярко-желтой окраски. Охлажденный до комнатной температуры золь диспергировали в ультразвуковой ванне в течение 30 мин, затем наносили на гетероструктуру TiO<sub>2</sub>/Ti. Медь осаждали электрохимически на поверхность гетероструктур из электролита, содержащего медный купорос (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), серную кислоту (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и этиловый спирт (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), при постоянном напряжении 1 В. Фотокаталитическую актив-