



НаучФорум

Оставь свой след в науке



XXVII Студенческая международная
заочная научно-практическая
конференция

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 8(27)



nauchforum.ru
НаучФорум
Оставь свой след в науке

МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XXVII студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 8 (27)
Октябрь 2015 г.

Издается с марта 2013 года

Москва
2015

УДК 62+51
ББК 30+22.1
М 75

Председатель редколлегии:

Красовская Наталия Рудольфовна — кандидат психологических наук, имеет степень МВА, президент некоммерческой организации «Центр РАД».

Редакционная коллегия:

Волков Владимир Петрович — канд. мед. наук, рецензент АНС «СибАК»;

Гукалова Ирина Владимировна — д-р геогр. наук, ведущий научный сотрудник Института географии НАН Украины, профессор кафедры социально-экономической географии Херсонского государственного университета;

Елисеев Дмитрий Викторович — канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

Захаров Роман Иванович — кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО) г. Москва;

Зеленская Татьяна Евгеньевна — кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

Карпенко Татьяна Михайловна — канд. филос. наук, рецензент АНС «СибАК»;

Лебедева Надежда Анатольевна — доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио;

Попова Наталья Николаевна — кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ.

М 75 Молодежный научный форум: Технические и математические науки.

Электронный сборник статей по материалам XXVII студенческой международной заочной научно-практической конференции. — Москва: Изд. «МЦНО». — 2015. — № 8 (27) / [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_tech/8\(27\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_tech/8(27).pdf)

Электронный сборник статей XXVII студенческой международной заочной научно-практической конференции «Молодежный научный форум: Технические и математические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Оглавление

Секция 1. Моделирование	4
МОБИЛЬНЫЙ ЛЕТАЮЩИЙ МОТОЦИКЛ	4
Дудин Игорь Михайлович	
Султанов Рим Мухтасарович	
Секция 2. Нанотехнологии	10
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК TA2O5 МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭЛЛИПСОМЕТРИИ	10
Зайцева Елена Ивановна	
Ипатова Екатерина Олеговна	
Смирнов Серафим Всеволодович	
Секция 3. Радиотехника, Электроника	15
РАЗРАБОТКА МЭМС — ЕМКОСТНОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА АКСЕЛЕРОМЕТРА ГРЕБЕНЧАТОГО ТИПА	15
Головинский Максим Сергеевич	
Оксина Маргарита Сергеевна	
Шалимов Андрей Сергеевич	
Секция 4. Транспортные коммуникации	23
ЭФФЕКТИВНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА	23
Тугушева Дания Расимовна	
Селиверов Денис Иванович	

СЕКЦИЯ 1.

МОДЕЛИРОВАНИЕ

МОБИЛЬНЫЙ ЛЕТАЮЩИЙ МОТОЦИКЛ

Дудин Игорь Михайлович

*студент 2 курса, группа 20Т, Туймазинского индустриального колледжа,
РФ, Республика Башкортостан г. Туймазы*

Султанов Рим Мухтасарович

*научный руководитель, преподаватель ГАПОУ Туймазинского
индустриального колледжа,
РФ, Республика Башкортостан г. Туймазы*

Представляю разработанный мною проект МЛМ (мобильный летающий мотоцикл), его техническое описание и возможности.

В основе моего проекта летательный аппарат «Трикоптер», созданный венгерскими инженерами. Венгерские инженеры реализовали фантастическую идею о летающем мотоцикле. Такой вид транспорта весьма популярен среди героев фантастических фильмов, однако теперь благодаря усилиям конструкторов персональный «Трикоптер» обрел вполне реальные формы. Летающий мотоцикл, получивший название «Flike», устроен не слишком сложно. Основа конструкции — три парных винта, оснащенные электромоторами высокой мощности. Источником питания служат литий-полимерные батареи, их заряда хватает на сорок минут полета на крейсерской скорости. Сама конструкция весит около 230 килограммов, система управления компьютеризирована.



Рисунок 1. Трикоптер “Flike”

По словам разработчиков, маневренные характеристики «Трикоптера» довольно сильно напоминают вертолет. Правда, управлять и контролировать «Трикоптер» несравнимо проще.

В конструкции моего МЛМ — это колеса, винтовая система, корпус и система скрепления колёсно-винтовой системы с корпусом, компьютерная система управления.

Для этого проекта я поставил следующие задачи:

- **Высокая маневренность:** при весе в 50—100 кг (вес зависит от массы груза и количества аккумуляторов), маневренные характеристики МЛМ напоминают вертолет. Правда, управлять и контролировать МЛМ несравнимо проще, чем вертолетом.

- **Время полета:** от 30 до 120 мин (в зависимости от высоты подъема и мощности вращения винтовой системы).

- **Легкий вес:** данное требование исходит из трех предыдущих. Чем легче аппарат, тем проще ему менять направление полета.

- **Полезьа:** этот аппарат может облегчить работу МЧС службам, для разведывательных целей и медицинских служб.

Колесная система:

Колеса состоят из безвтулочной системы, такая система используется в некоторых байкерских мотоциклах.



Рисунок 2. Безвтулочная колесная база

В верхней части колеса проведена трубка с мотором винта. Принцип их будет основываться на электромоторах высокой мощности, под силой которого колеса будут вращаться.

Винтовая система и мотор:

Основа конструкции — четыре парных винта оснащенные электромоторами высокой мощности, как в венгерском проекте «Трикоптер».



Рисунок 3. Винтовая часть в колесной базе МЛМ

Винтовая часть устанавливается в колесной базе МЛМ. В каждом колесе МЛМ находятся два винта, которые будут вращаться против друг друга, как в системе вертолетов.

Корпус:

Состоит из материала-аэрогеля, который производят в нижегородской области, он не портится и не стирается около 50-ти лет, очень легкий и прочный материал.

В корпусе находятся три отсека:

В первом отсеке находится аккумулятор:

1) Новые гибкие батареи на основе алюминия заряжаются всего за одну минуту.

Первый высокопроизводительный алюминиевый аккумулятор был создан специалистами Стэнфордского университета. Он сочетает в себе такие качества, как долговечность и чрезвычайно быструю зарядку. Метод его производства экологичнее и безопаснее, чем технологии щелочных или литиевых батарей. К тому же новая батарея весьма гибка, а процесс её производства, по заверениям её создателей, относительно недорог, поскольку алюминий дешевле лития.

Алюминий-ионный аккумулятор состоит из двух электродов — алюминиевого анода, и графитового катода, а также жидкого ионного электролита. Основой электролита являются соли алюминия, поэтому аккумулятор в целом безопаснее литий-ионных батарей, которые могут быть причиной возникновения пожара.

На демонстрационном видео показано, что даже рассверливание аккумулятора не приводит к пожару, а сам аккумулятор при этом продолжает работать некоторое время, как ни в чем не бывало.

В то время как зарядка литий-ионного аккумулятора может занять несколько часов, новая батарея имеет беспрецедентное время зарядки — одну минуту.

2) Или можно использовать литий-полимерные батареи.

Второй и третий грузовые отсеки — это отсеки для груза (огнетушитель, лопата, и т. д).

Система скрепления колесной базы с крыльями корпуса:

Скрепление происходит скреплением крыла корпуса и колесной базой. Эта система будет плавно переходить из положения мотоцикла в положение летательного аппарата. Колесная система будет раздвигаться параллельно друг другу.

Система устойчивости МЛМ в режиме подъема:

Для подъема используются пневматические амортизаторы, амортизаторы сжимаются поднимая колесные базы на небольшое расстояние в верх, при этом аппарат МЛМ будет опираться на основание корпуса. После чего в колесной базе начинают вращаться винтовые системы. Постепенно, раздвигаясь, колесные базы принимают конечное горизонтальное положение. И амортизаторы возвращаются в разжатое состояние.

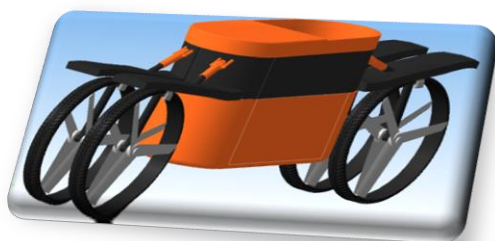


Рисунок 4. Общий вид МЛМ



Рисунок 5. МЛМ в режиме подъема

Для выполнения экспериментальных полетов и продолжение исследовательской работы будет изготовлена уменьшенная модель МЛМ, выполнены технические расчеты для определения подъемной массы до 500 кг.

Подобная конструкция «летающий мотоцикл» может быть использована при выполнении спасательных работ в группе МЧС, в военно-разведывательных операциях и доставка срочных грузов в труднодоступные места.

СЕКЦИЯ 2. НАНОТЕХНОЛОГИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК Ta_2O_5 МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭЛЛИПСОМЕТРИИ

Зайцева Елена Ивановна

*студент, Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники(ТУСУР),
РФ, г. Томск*

Ипатова Екатерина Олеговна

*студент, Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники(ТУСУР),
РФ, г. Томск*

Смирнов Серафим Всеволодович

*научный руководитель, д-р техн. наук, проф. кафедры ФЭ, Томский
государственный университет систем управления и радиоэлектроники
ТУСУР,
РФ, г. Томск*

Приводятся результаты исследования эллипометрических параметров тонких наноразмерных пленок Ta_2O_5 , установлена связь этих параметров с углом падения луча и шероховатостью поверхности.

В последнее время наноразмерные пленки Ta_2O_5 широко используются в микро- и нанoeлектронике благодаря своим электрофизическим свойствам.

В работе были исследованы пленки Ta_2O_5 толщиной 100—200 нм на подложке монокристаллического кремния, полученные ВЧ магнетронным распылением мишени металлического тантала в атмосфере кислорода [4].

В работе проводились измерения пленок методом спектральной эллипсометрии.

Параметры ψ и Δ являются основными оптическими параметрами в эллипсометрии. Они являются чувствительными к оптическим свойствам пленки, что позволяет определить ее структуру, состав и качество [2].

Для исследования использовался спектральный эллипсометрический комплекс «Эллипс 1891 САГ», работающий в диапазоне длин волн 350—1000 нм и предназначенный для проведения прецизионных измерений толщины однослойных и многослойных тонкопленочных структур, а также исследования спектральных оптических постоянных (показателя преломления и коэффициента поглощения), структурных свойств материалов (пористость; наличие, концентрация и распределение примесей в пленке) [3].

Измерения ψ и Δ проводились на разных длинах волн: 400, 600 и 1000 нм и при углах падения луча от 45 до 70 градусов.

На рисунке 1 представлена зависимость параметра ψ от угла падения луча α .

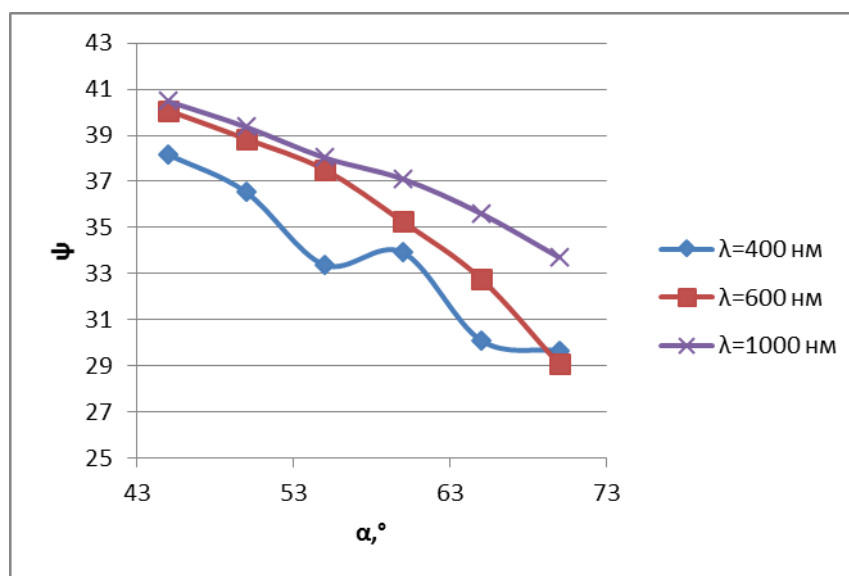


Рисунок 1. Зависимость ψ от угла падения α

Как видно из рисунка 1 при увеличении угла падения луча параметр ψ убывает и стремится к минимальному значению.

На рисунке 2 представлена зависимость параметра Δ от угла падения α .

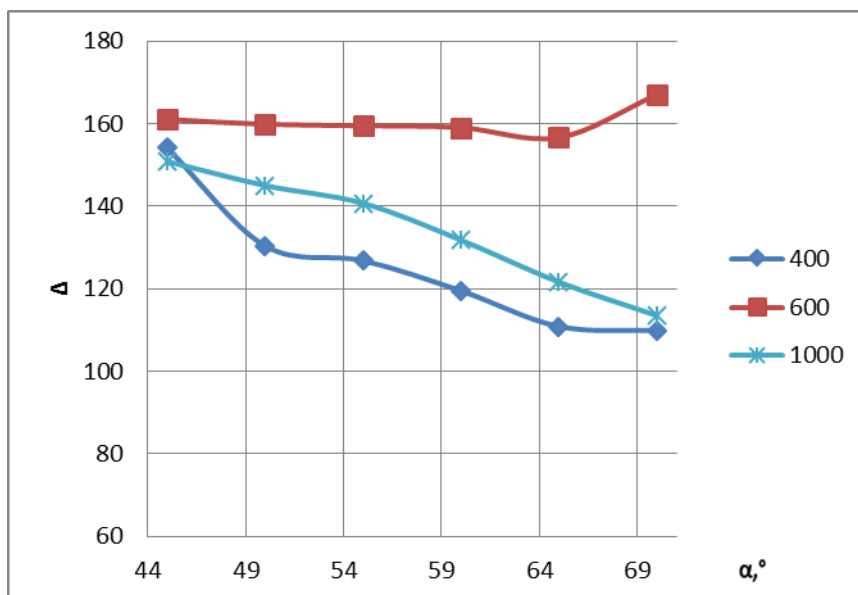


Рисунок 2. Зависимость Δ от угла падения α

Из рисунка 2 видно, что при увеличении угла падения параметр Δ уменьшается. Вероятнее всего, причиной данного явления является шероховатость поверхности пленки. Фотографии профиля поверхности с высоким разрешением показали наличие неровностей на поверхности пленки высотой 10—15 нм [1].

На рисунке 3 представлена морфология пленки Ta_2O_5 .

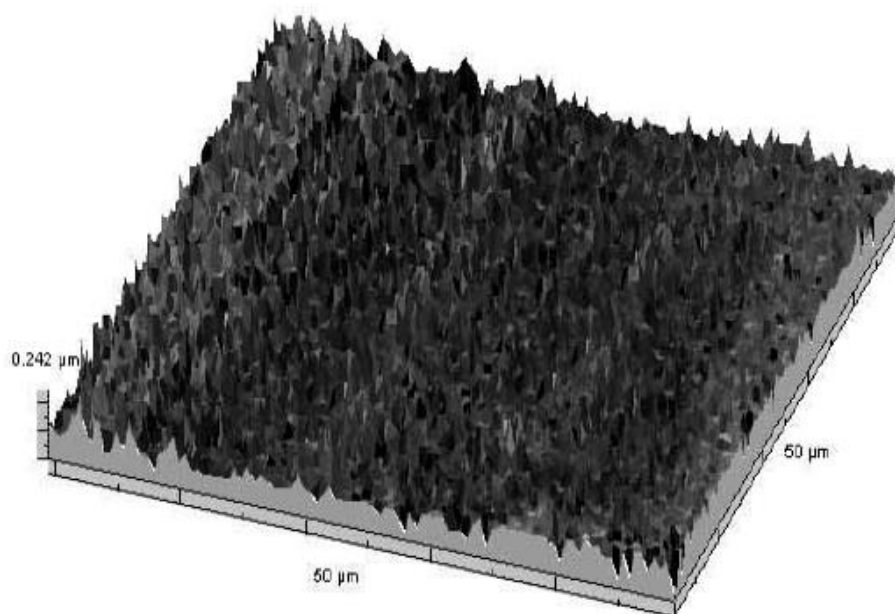


Рисунок 3. Морфология пленки Ta_2O_5

Зная основные оптические параметры ψ и Δ можно вычислить показатель преломления n и толщину пленки d .

На рисунке 4 представлена зависимость показателя преломления от угла падения луча.

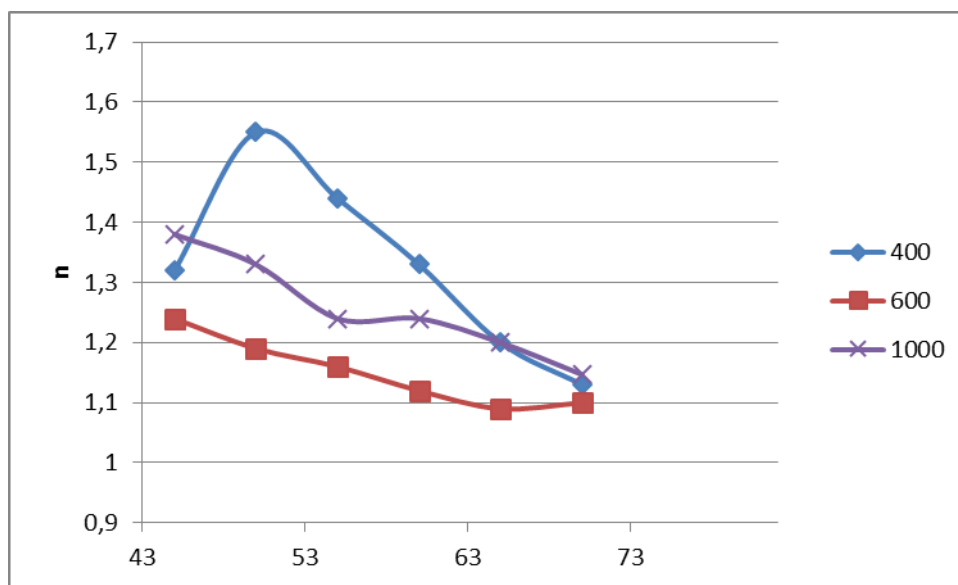


Рисунок 4. Зависимость показателя преломления n от угла падения луча

На рисунке 5 представлен график зависимости толщины пленки d от угла падения луча.

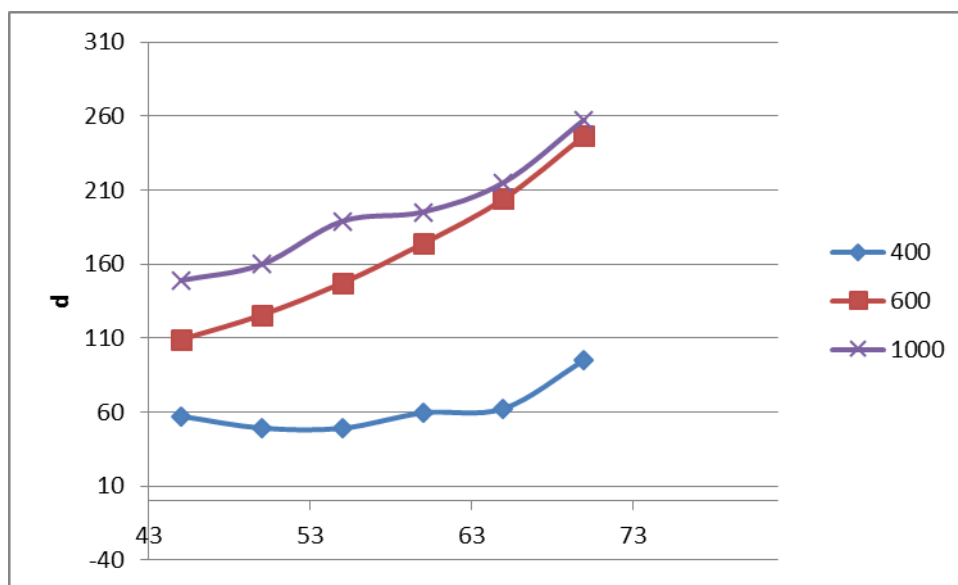


Рисунок 5. Зависимость толщины пленки d от угла падения луча

В результате данной работы установлено, что измеряемые эллипсометрические параметры, а, следовательно, и вычисляемые с помощью них показатель преломления и толщина пленки, являются функциями угла падения света. Проводя угловые измерения, можно получить информацию о шероховатости пленки. На основании чего можно сделать вывод о состоянии поверхности пленки.

Анализируя данные, можно сделать вывод о влиянии шероховатости пленок на результаты измерений. В результате этого влияния пленка при измерении может быть приближенно приравнена к некой композиции из самого оксида и вещества окружающей среды. Показатель преломления в данном случае принято считать неким эффективным параметром данной системы, определяемым соотношением объемов. Что обуславливает некоторое снижение измеренного показателя преломления.

Список литературы:

1. Громов В.К. Введение в эллипсометрию / В.К. Громов — Ленинград 1986, — 190 с.
2. Резвый Р.Р. Эллипсометрия в микроэлектронике. — М.: Радио и связь, 1983. — 120 с., ил.
3. Смирнов С.В., Чистоедова И.А., Литвинова В.А. Структуры и свойства тонких пленок тантала, полученных магнетронным распылением / Доклады Томского Государственного Университета Систем Управления и Радиоэлектроники, ТУСУР, 2005. № 4, С. 80—83.
4. Швец В.А, Спесивцев Е.В. Эллипсометрия / Е.В Спесивцев, В.А Швец — Новосибирск 2013, — 87 с.

СЕКЦИЯ 3.

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА

РАЗРАБОТКА МЭМС — ЕМКОСТНОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА АКСЕЛЕРОМЕТРА ГРЕБЕНЧАТОГО ТИПА

Головинский Максим Сергеевич
магистрант НИУ «МИЭТ», Москва,
РФ, г. Зеленоград

Оксина Маргарита Сергеевна
студент НИУ «МИЭТ», Москва,
РФ, г. Зеленоград

Шалимов Андрей Сергеевич
научный руководитель, доц. НИУ «МИЭТ», Москва,
РФ, г. Зеленоград

В качестве конструкции МЭМС чувствительного элемента акселерометра емкостного типа, предлагается рассмотреть гребенчатую структуру, представленную на рисунке 1, с продольным перемещением инерционной массы под воздействием ускорения.

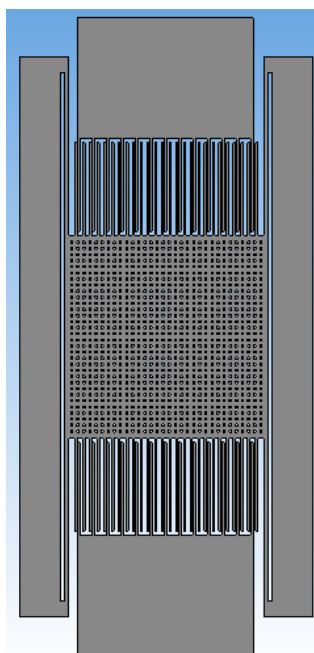


Рисунок 1. ЧЭ МЭМС-акселерометра гребенчатого типа

Материалом для изготовления ЧЭ служит структура кремний на изоляторе (КНИ), основание из SiO₂ с нанесенным на него слоем стекла, которое впоследствии стравливается, для обеспечения зазора между инерционной массой и статором, поверх стекла расположен слой низкоомного кремния из которого вытравливается ротор. Модель ЧЭ представлена на рисунке 2.

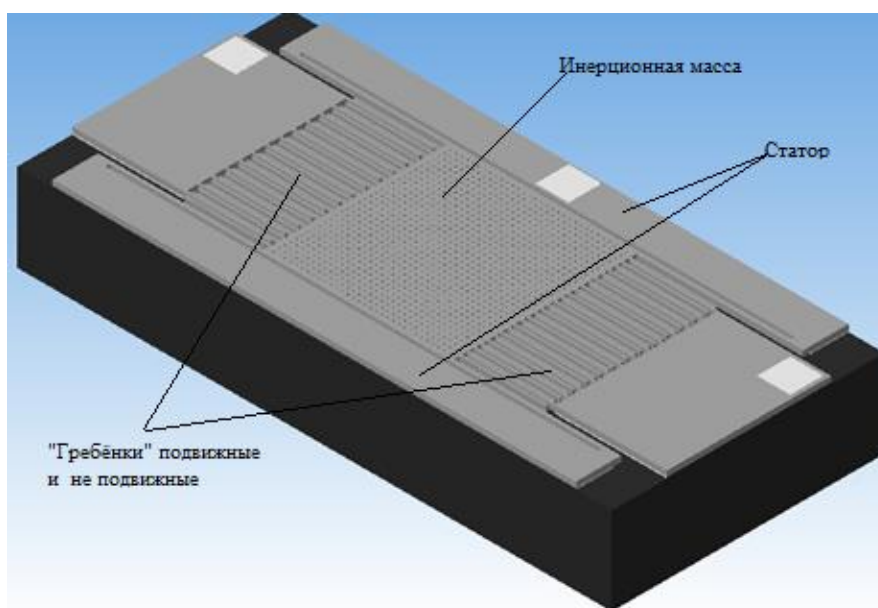


Рисунок 2. Модель ЧЭ акселерометра

«Инерционная масса, закрепленная на статоре, обладает способностью перемещаться влево-вправо под воздействием ускорения приложенного вдоль конструкции. В результате меняется расстояние между неподвижными и подвижными гребенками, а, следовательно, емкости образованных конденсаторов» [2]. При отсутствии внешнего ускорения емкости составят:

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \cdot N \cdot L_f \cdot t}{d_0}, \quad (1)$$

где: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — диэлектрическая постоянная;

N — число емкостей, образованных неподвижными и подвижными гребенками;

L_f — длина гребенки;

t — толщина гребенки;

d_0 — зазор между гребенками.

При появлении ускорения, направленного вдоль измерительной оси, меняется расстояние между гребенками на величину δ , а, следовательно, емкость будет равна:

$$C = 2 \cdot N \cdot \epsilon_0 \cdot L_f \cdot t \left(\frac{1}{(d_1 + \delta)} + \frac{1}{(d_2 - \delta)} \right). \quad (2)$$

Для расчета конструкции ЧЭ воспользуемся типовым опорным элементом микромеханической системы, в нашем случае в качестве исходной модели будет использоваться схема с двухконсольной балочной опорой, показанной на рисунке 3, а, которую мы в дальнейшем изменим для полного соответствия конструкции разрабатываемого чувствительного элемента. Расчетная схема системы для исходной схемы приведена на рисунке 3, б. Эквивалентная система показана на рисунке 3, в.

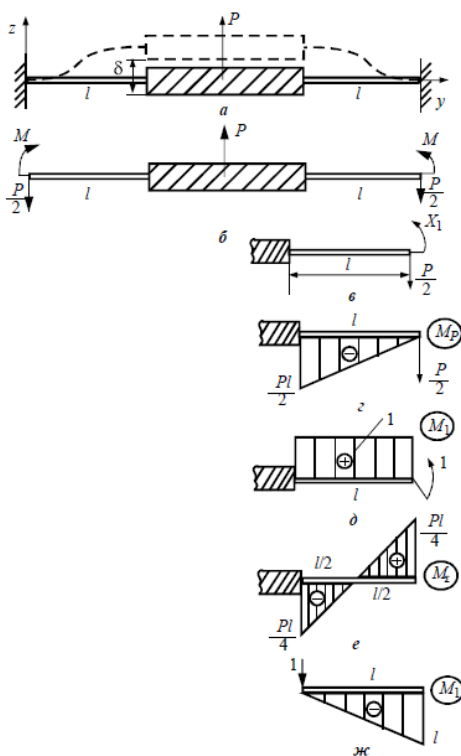


Рисунок 3. «Двухконсольная мостовая балочная опора: а — схема нагружения и деформации системы; б — расчетная схема; в — эквивалентная система; г — эпюра изгибающих моментов от действия реактивной силы $P/2$; д — эпюра изгибающих моментов от действия единичного момента; е — суммарная эпюра изгибающих моментов от действия силы $P/2$ и момента X_1 ; ж — эпюра изгибающих моментов от действия единичной силы» [1]

Учитывая, что в нашем случае подвесов не 2, а 4, тогда воздействующая сила P распределится на каждую балку поровну и составит $P/4$.

«Для определения момента в опорах воспользуемся методом Верещагина, заменив момент в опоре на единичный. Уравнение для перемещения в опоре, равного нулю при действии силы $P/4$ и M_1 , запишется в виде» [1]:

$$\delta_{1P} + \delta_{11} \cdot X_1 = 0. \quad (3)$$

Перемещение от действия силы $P/4$, моментов M_P (момент от действия силы) и M_m (момент, возникающий в центре масс) определяется как:

$$\delta_{1P} = \frac{1}{E \cdot J_x} \int_0^L dx \int_0^L (M_P + M_m) dx; \quad (4)$$

где: J_x — осевой момент инерции поперечного сечения опоры при изгибе;

$$M_P + M_m = -\left(\frac{P}{4} \cdot x + \frac{P}{4} \cdot \frac{d}{2}\right), d = \frac{W_m}{2}. \quad (5)$$

Подставив (5) в (4) получим:

$$\delta_{1P} = \frac{1}{E \cdot J_x} \int_0^L dx \int_0^L -\left(\frac{P}{4} \cdot x + \frac{P}{4} \cdot \frac{d}{2}\right) dx. \quad (6)$$

В результате решения (6) получим перемещение равное:

$$\delta_{1P} = -\frac{1}{E \cdot J_x} \cdot \left(\frac{P \cdot L^3}{8} + \frac{P \cdot L^2}{8} \cdot d\right); \quad (7)$$

$$\delta_{11} = \frac{1}{E \cdot J_x} \int_0^L dx \int_0^L 1 dx = \frac{L^2}{E \cdot J_x}.$$

Откуда реактивный момент равен:

$$X_1 = -\frac{\delta_{1P}}{\delta_{11}} = \frac{P \cdot (L + d)}{8}. \quad (8)$$

Статическое перемещение δ центра тяжести инерционной массы определяется из уравнения:

$$\delta = \frac{1}{E \cdot J_x} \int_0^L M_1 \cdot M_2 dx; \quad (9)$$

где:

$$M_2 = (M_P + M_m) + X_1; \quad (10)$$

$$M_1 = -1 \cdot x.$$

Подставив (10) в (9) получим:

$$\delta = \frac{1}{E \cdot J_x} \int_0^L -x \times \left(-\frac{P}{4} \cdot x - \frac{P}{4} \cdot \frac{d}{2} + \frac{P(L+d)}{8} \right) dx = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot J_x}; \quad (11)$$

где:

$$\begin{aligned} P &= M \cdot g = M \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}; \\ M &= (W_m \cdot L_m + N \cdot L_f \cdot W_f) \cdot \rho \cdot t; \\ L &= L_b; \\ J_x &= \frac{W_b^3 \cdot t}{12}. \end{aligned} \quad (12)$$

Подставив (12) в (11) получим:

$$\delta = \frac{(W_m \cdot L_m + N \cdot L_f \cdot W_f) \rho \cdot 9,8 \cdot L_b^3}{4 \cdot E \cdot W_b^3}. \quad (13)$$

Для начала расчета параметров конструкции гребенчатого ЧЭ необходимо задать некоторые параметры: длина «пальцев» гребенки — $L_f = 435$ мкм, число групп ёмкостей, образованное неподвижными гребёнками в одном ряду — $N = 26$, зазор между гребёнками — ($d_1 = 2,5$ мкм, $d_2 = 12,5$ мкм), толщину гребенки — $t = 30$ мкм. Используемые константы: диэлектрическая постоянная — $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, модуль Юнга — $E = 1,7 \cdot 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона — $\rho = 2330$ кг/м³).

Для достижения желаемой чувствительности будем варьировать некоторыми из перечисленных параметров, исходя из требований конструкторских и технологических возможностей. Для этого расчета будем использовать программу MatLab, фрагмент окна которой представлен на рисунке 4.

```

C:\Users\Maxim\Desktop
Command Window
C0 =
    2.8827e-12
чувствительность, м/г:
dis =
    2.8921e-09
fx >>
2
3 eps0 = 8.85*10^(-12);
4 N = 26;
5 Lf=435*10^(-6);
6 d1=2.5*10^(-6);
7 d2=12.5*10^(-6);
8 t = 30*10^(-6);
9 x=0;
10
11 C0 = (eps0*2*N*Lf*t)*((1/(d1+x))+(1/(d2+x)))
12 Wf = 10*10^(-6);
13
14 Et = 1.7*10^11;
15 ro = 2.33*10^3;
16
17 Lm = 1000*10^(-6);
18 Wm = Lm;
19
20 Lb = 800*10^(-6);
21 Wb = 20*10^(-6);
22
23 display('чувствительность, м/г:')
24 dis = (9.8*(ro*t*(Wm*Lm + N*Lf*Wf)) * (Lb)^3) / (4*Et*Wb^3*t)
25

```

Рисунок 4. Расчет параметров в MatLab

В результате получим следующие конструктивные параметры ЧЭ: ёмкость в отсутствии ускорения — $C_0 = 2,8$ пФ, ширина «пальцев» гребенки — $W_f = 10$ мкм, ширина инерционной массы — $W_m = 1000$ мкм, длина инерционной массы — $L_m = 1000$ мкм, длина рамки — $L_b = 800$ мкм, ширина рамки — $W_b = 20$ мкм, чувствительность ЧЭ — $dis \rightarrow \delta = 2,8921 \cdot 10^{-9}$ м/г.

Далее проведем расчет перемещения инерционной массы под воздействием ускорения в программе ANSYS с целью более точного анализа, а также для проверки рассчитанных параметров, рисунок 5.

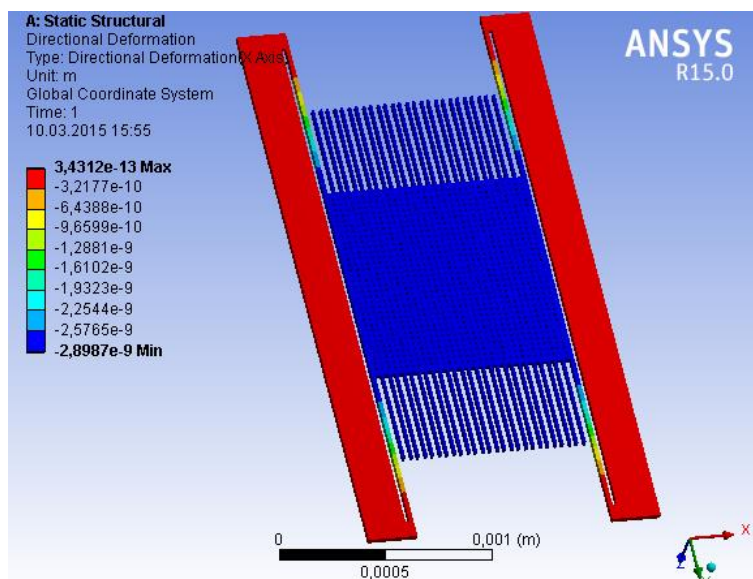


Рисунок 5. Результат моделирования ЧЭ в ANSYS

Из результата моделирования видно, что чувствительность ЧЭ составляет — $\delta = 2,8987 \cdot 10^{-9}$ м.

Анализируя полученные значения чувствительности ЧЭ в результате теоретического расчета и моделирования в ANSYS видно, что разница лишь в тысячных долях, следовательно, это дает возможность сделать вывод о том, что все расчеты произведены верно.

Далее определим передаточную характеристику ЧЭ, представлено в таблице 1, на основе данных, полученных в результате моделирования ЧЭ в ANSYS, для этого будем задавать ускорения в диапазоне от 1 g до 100 g с шагом 10 g, таблица 1.

Таблица 1.

Расчетные значения перемещений инерционной массы в диапазоне 1—100 g

Ускорение, g	Перемещение, м
1	2,8986E-09
10	2,8986E-08
20	5,7973E-08
30	8,6959E-08
40	1,1594E-07
50	1,4493E-07
60	1,7391E-07
70	2,0290E-07
80	2,3189E-07
90	2,6087E-07
100	2,8986E-07

Далее проведем аппроксимацию полученных точек полиномом 1-й степени в MatLab, рисунок 6.

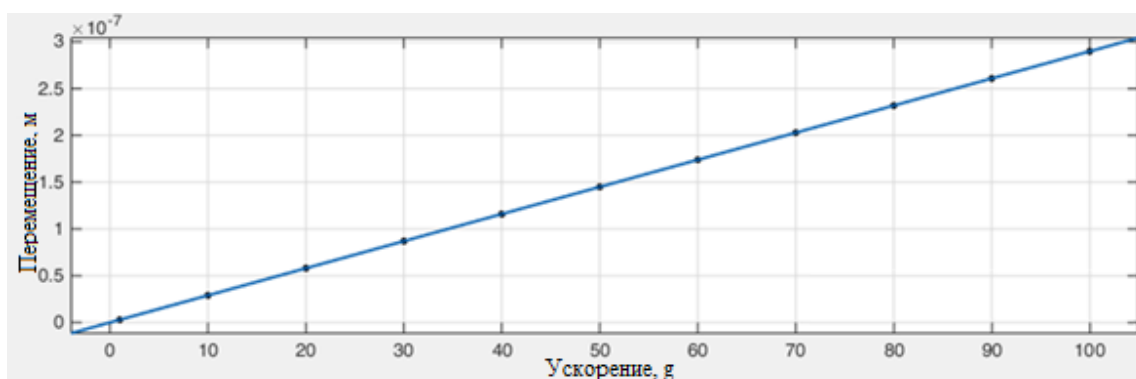


Рисунок 6. Результат аппроксимации в MatLab

В результате проведения аппроксимации в MatLab получены коэффициенты, рисунок 7.

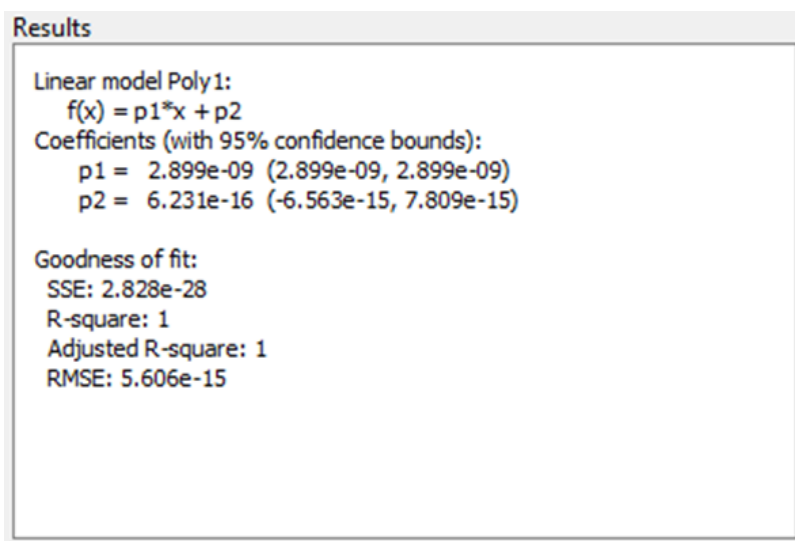


Рисунок 7. Полученные коэффициенты в результате аппроксимации

Выпишем представленные коэффициенты на рисунке 7 для более удобного представления: масштабный коэффициент — $p_1 = 2.899 \cdot 10^{-9}$ м, смещение нуля — $p_2 = 6.231 \cdot 10^{-16}$ м.

Подставляем полученные коэффициенты в (2) получим выражение для нахождения емкости в зависимости от приложенного ускорения:

$$C = 2 \cdot N \cdot \varepsilon_0 \cdot L_f \cdot t \left(\frac{1}{d_1 + (p_1 \cdot a + p_2)} + \frac{1}{d_2 - (p_1 \cdot a + p_2)} \right). \quad (14)$$

где: a , [м/с²] — ускорение, действующее на ЧЭ.

Полученное выражение (14), также можно использовать для создания spice моделей в различных САПР.

Список литературы:

1. Тимофеев В.Н. Техническая механика микросистем. Учеб. Пособие. — М.: МИЭТ, 2006. — 187 с.
2. Shalimov A., Timoshenkov S., Golovinskiy M., “Comb structure analysis of the capacitive sensitive element in MEMS — accelerometer”, Micro- and nanotechnology (MNT) sensors, systems, and applications 18 conference, Baltimore, MD, 20—24 April 2015.

СЕКЦИЯ 4.

ТРАНСПОРТНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

ЭФФЕКТИВНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА

Тугушева Дания Расимовна

*студент 2 курса, специальности «Строительство железных дорог, путь
и путевое хозяйство» СТЖТ-филиал СамГУПС,
РФ, г. Саратов*

Селиверов Денис Иванович

*научный руководитель, заместитель директора по УПР,
СТЖТ-филиала СамГУПС,
РФ, г. Саратов*

Путевое хозяйство является одной из главнейших отраслей железнодорожного транспорта. Текущий 2015 год, ознаменовался на Приволжской железной дороге увеличением количества сходов локомотивов при манёврах из-за кустовой гнилости деревянных шпал.



Рисунок 1. Кустовая гнилость шпал

Причиной этих негативных событий послужила совокупность факторов: 1) отсутствие необходимых материалов, 2) превалирование экономических вопросов над вопросами безопасности, 3) несознательное поведение некоторых лиц, профессиональные обязанности которых связаны с обеспечением движения поездов.

Что касается первого пункта, то здесь речь идёт преимущественно о деревянных шпалах. Несмотря на то, что на Приволжской железной дороге практически везде уложен путь на железобетонном основании (он составляет порядка 80 процентов), отдельные участки на деревянных шпалах всё же продолжают эксплуатироваться. И в первую очередь это касается станционных путей. В связи с тем, что деревянные шпалы сейчас практически не выпускаются, проводить работы по приведению таких участков в соответствие с установленными требованиями весьма затруднительно [2]. Далее в статье представлены результаты практических исследований поиска альтернативы деревянной шпале. Все наблюдения производились на станции Саратов-2 в период проведения технологических окон по замене деревянных шпал. Данное исследование является актуальным в современных условиях, так как, по различным прогнозам, полное исчезновение дерева из верхнего строения железных дорог произойдет к 2050 году.

В ходе исследования стало известно, что существует и субъективный, человеческий фактор причин схода маневровых локомотивов на Приволжской магистрали: нередко руководители предприятий ставят во главу угла ремонт главного хода, и только после его окончания переходят к оздоровлению станционных путей, где как раз чаще всего и случаются сходы подвижного состава при манёврах. Ревизорским аппаратом Приволжской железной дороги регулярно проводятся проверки всех путей на деревянном основании. Результат таков: практически везде, где появляются ревизоры, пути на деревянном основании закрываются. Сегодня на Приволжской железной дороге участки пути на деревянных шпалах практически везде закрыты, ибо не соответствуют даже минимальным требованиям [2].

Главная проблема — отсутствие необходимого количества деревянных шпал, которые практически не выпускаются. Далее практическое исследование показало, что работники хозяйства пути пытаются решить проблему дефицита деревянных шпал установкой в деревянный путь железобетонных старогодных шпал. В результате путейцы сталкиваются с серьезными трудностями при

выполнении этих работ, ведь вес бетонной шпалы 265 килограмм (деревянная 70 кг) [1] и именно это осложняет процесс замены шпал работниками пути. Чтобы доставить и установить бетонную шпалу так же требуется грузоподъемная техника (МПТ) в то время как при замене деревянных шпал путейцы справляются вручную с применением лишь средств малой механизации. Более того выполнить работы по одиночной замене деревянных шпал вполне способна бригада путевых рабочих состоящая из 3—4 человек. При организации работ по установке в путь бетонных шпал количество монтеров пути увеличивается как минимум вдвое.



Рисунок 2. Установка в деревянный путь железобетонных шпал

Далее в своём исследовании мы проанализировали слабые места в бетонном пути, для этого мы побывали на станции Кокурино и перегоне Саратов-1- Трофимовский-1. Так же в ходе исследования стало очевидно, что при эксплуатации бетонных шпал самым слабым звеном является резиновые амортизирующие вкладыши, устанавливаемые между шпалой и рельсом.



Рисунок 3. Износ амортизирующего вкладыша и лопнувшая шпала

Они очень быстро изнашиваются от воздействия подвижного состава, поэтому требуется регулярная их замена. В ходе производственных экскурсий нам удалось обнаружить большое количество таких изношенных резиновых вкладышей. В результате такого износа возникает повышенная жесткость пути, и бетонные шпалы трескаются от прямого воздействия вибрации. Все эти проявления мы тоже увидели в немалом количестве на станциях и перегонах. Да и сами болтовые крепления требуют периодической подтяжки.

Наиболее перспективными сейчас являются железобетонные шпалы со креплением типа APC-4. Однако в процессе эксплуатации таких шпал проявил себя такой недостаток как излом анкера, который был обнаружен нами на перегоне Саратов-3-Князевка. Поэтому во всех выше перечисленных мной случаях железобетонная шпала подлежит замене. Все это приводит к увеличению эксплуатационных расходов по содержанию верхнего строения пути.



Рисунок 4. Излом анкера крепления APC-4

Альтернативой деревянным и бетонным шпалам при выполнении работ по текущему содержанию верхнего строения пути в современных условиях могут стать пластиковые шпалы отечественного производства, например, «Твема». Шпалы из композитных материалов ещё не используются в массовом порядке, сейчас они проходят испытания на железнодорожном полигоне ВНИИЖТ. Это действительно инновационная отечественная разработка,

изготавливаемая из пластика, а двухлетние испытания уже подтвердили высокие технические показатели. Сроки эксплуатации таких пластиковых шпал составляют до 50 лет, их вес не более 70 килограмм, а технические характеристики по прочности превышают в 1.5 раза характеристики деревянных шпал. Главное преимущество пластиковых шпал это возможность их вторичного использования. Поврежденные шпалы можно ремонтировать на месте, для чего используются специальные герметики. При серьёзных повреждениях их можно переплавить в новые шпалы на заводе — изготовителе [3].



Рисунок 5. Пластиковая шпала и рельсошпальная решётка на пластике

Не менее важным является воздействие пути на подвижной состав. Неоднородный путь, получившийся в результате установки бетонных шпал, на деревянных участках пути имеет неравномерную упругость. При установке пластиковых шпал вместо сгнивших деревянных будет обеспечиваться практически равномерная упругость пути. Это позволит снизить шумы и уменьшить вибрацию. При этом затраты времени и человеческих ресурсов будут одинаковы с затратами на замену деревянных шпал. Для крепления рельс к пластиковым шпалам могут быть использованы те же промежуточные скрепления для деревянных шпал типа ДО (подкладочная костыльная скрепление смешанного типа), или раздельное скрепление типа КД, в котором рельс прижимается к подкладке двумя клеммами. При этом не требуется установка амортизирующих вкладышей и электроизолирующих материалов. В настоящее время разработаны и специальные пружинные промежуточные

скрепления именно для пластиковых шпал, которые являются малодетальными, малометаллоемкими.

Подводя итог, на основании собранной информации от работников хозяйства пути и собственных практических исследований, можно утверждать, что пластиковая шпала действительно может стать эффективной альтернативой деревянной и конечно бетонной шпале, как при выполнении работ по текущему содержанию верхнего строения пути, так и в целом. В дальнейшем будет выполнено технико-экономическое обоснование данных выводов.

Список литературы:

1. Никонов А.М., Гасанов А.И. Железнодорожный путь: учебник. — Москва: ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2013. — 544 с.
2. Четвериков Е. По лезвию запретных мер. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gudok.ru/zdr/174/?ID=1278762&archive=36463> (Дата обращения 16.06.2015 г.).
3. Шпалы из композитных материалов ТВЕМА. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http:// http://tvema.ru/408](http://http://tvema.ru/408) (Дата обращения 14.01.2015 г.).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Электронный сборник статей по материалам XXVII студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 8 (27)
Октябрь 2015 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»
127106, г. Москва, Гостиничный проезд, д. 6, корп. 2, офис 213

E-mail: mail@nauchforum.ru

