

# КАТАЛОГ

ЯРМАРКИ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК

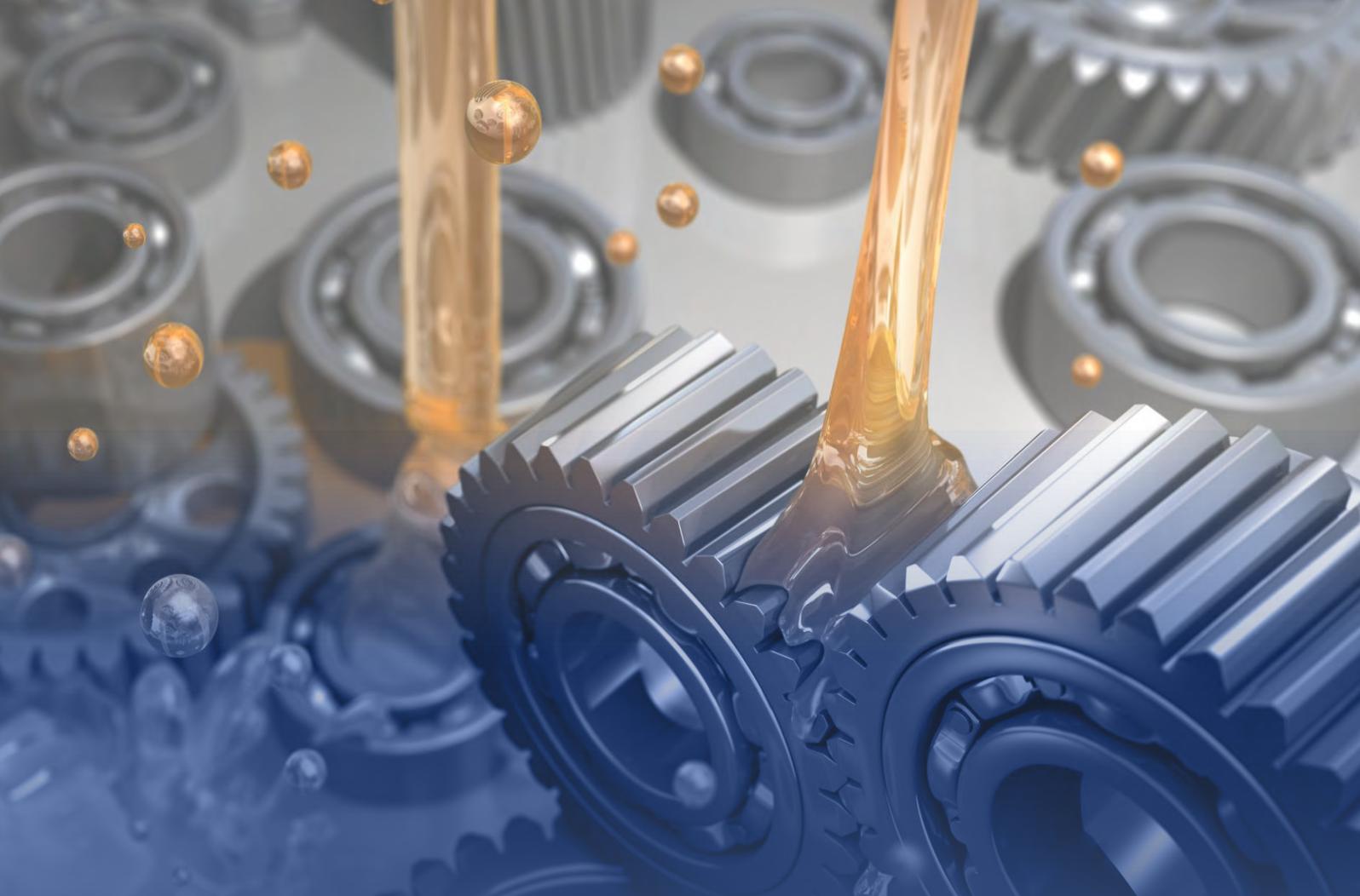
«ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: ОТ ИННОВАЦИИ ДО ПРОИЗВОДСТВА»

# CATALOGUE

FAIR OF INNOVATIVE DEVELOPMENTS

“INDUSTRY: FROM INNOVATION TO MANUFACTURING”

Минск / Minsk  
2023



**ПРОМЫШЛЕННОСТЬ:**

**ОТ ИННОВАЦИИ  
ДО ПРОИЗВОДСТВА**

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>I. ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»</b> .....	<b>4</b>
1. ТВЕРДОСПЛАВНАЯ ПРОДУКЦИЯ ПОД БРЕНДОМ «БУТС» (БЕЛОРУССКИЙ УПРОЧНЕННЫЙ ТВЕРДЫЙ СПЛАВ) .....	4
<b>II. БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b> .....	<b>6</b>
2. ТЕРМОСТОЙКИЕ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФОСФАТНЫХ И СИЛИКАТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ .....	6
3. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ УДОБРЕНИЕ ИЗ НАВОЗА БЕЗ ЗАПАХА .....	7
4. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ УГОЛЬНЫЙ СОРБЕНТ ИЗ ОПИЛОК .....	8
<b>III. УЧРЕЖДЕНИЕ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ»</b> .....	<b>9</b>
5. НОВЫЕ ВИДЫ СЪЕДОБНЫХ ПЛЕНОК, СОДЕРЖАЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ .....	9
6. БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПЛЕНКИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ТРАНСМУКОЗАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ .....	10
<b>IV. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»</b> .....	<b>13</b>
7. ЭЛАСТИЧНЫЕ И ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМЫЕ ПОГЛОТИТЕЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЧ-ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ФОЛЬГИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	13
<b>V. МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»</b> .....	<b>14</b>
8. ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕЩЕННОГО МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО НАКАТЫВАНИЯ В АКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ .....	14
9. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ .....	15
10. ТЕХНОЛОГИЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ С ДВУХСТРУЙНОЙ КОАКСИАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ .....	16
11. МЕХАНИЧЕСКИ ЛЕГИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОРОШКИ ДЛЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ .....	18
12. ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ .....	19
<b>VI. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. М. МАШЕРОВА»</b> .....	<b>22</b>
13. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ТАМПОННОЙ ПЕЧАТИ .....	22
14. ОСНАСТКА ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО КОМПЛЕКСА .....	24
15. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ УСЕЧЕННОЙ ЧЕТЫРЕХГРАННОЙ ПИРАМИДЫ .....	25
<b>VII. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ЯНКИ КУПАЛЫ»</b> .....	<b>27</b>
16. НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ СОСТАВЫ .....	27
<b>VIII. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ»</b> .....	<b>29</b>
17. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СКЛЕЙКИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ .....	29
<b>IX. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. О. СУХОГО»</b> .....	<b>31</b>
18. ПРОГРЕССИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ И МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ .....	31

<b>X. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»</b> .....	<b>32</b>
19. ГИДРОФОБНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ .....	32
20. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО ЩЕБНЯ ИЗ ГРАНИТНЫХ ПОРОД ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ .....	35
21. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА НА КОМБИНИРОВАННОМ ХОДУ .....	37
<b>XI. ФИЛИАЛ БНТУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»</b> .....	<b>40</b>
22. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ В КАЧЕСТВЕ ПОДПЯТНИКОВ ДРОБИЛОК ИЛИ СЕГМЕНТНЫХ ПОДШИПНИКОВ .....	40
23. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ПУСТОТЕЛЫХ ЗАМКНУТЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЕЙ СКЛЕИВАНИЯ, ПАЙКОЙ ИЛИ РОДСТВЕННЫМИ СПОСОБАМИ, И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫШЕУПОМЯНУТЫХ ИСПЫТАНИЙ .....	41
24. СОСТАВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ФИЛЬТРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОСЕТКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ .....	43
<b>XII. УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «УНИТЕХПРОМ БГУ»</b> .....	<b>45</b>
25. ПИЩЕВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКЦИИ СЕРИИ «ЕДА УМНОГО ГОРОДА» .....	45
<b>XIII. РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ»</b> .....	<b>46</b>
26. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭТАЛОН ЕДИНИЦЫ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ГАЗА (ВОЗДУХА) .....	46
<b>XIV. РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»</b> .....	<b>48</b>
27. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ БЕЛКОВЫМ АЭРОЗОЛЕМ СУХИХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА .....	48
28. МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ИЗ ОТОБРАННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПЫЛИ ТЕСТ-АЛЛЕРГЕНОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АЛЛЕРГОПАТОЛОГИИ У РАБОТНИКОВ .....	49
<b>XV. НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР “ЛЭМТ” БЕЛОМО»</b> .....	<b>50</b>
29. МОНОКУЛЯР ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ С ДАЛЬНОМЕРОМ TV/M 75 R .....	50
<b>XVI. ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМЕНИ В. И. КОЗЛОВА»</b> .....	<b>51</b>
30. ТРЕХФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ РАБОТЫ В СЕТЯХ 6 И 10 КВ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ .....	51
<b>XVII. ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СТРУННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»</b> .....	<b>52</b>
31. ПОДКОРМКА ЖИДКАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ КОМПЛЕКСНАЯ UTERRA .....	52
<b>XVIII. ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С. С. КУТАТЕЛАДЗЕ» СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК</b> .....	<b>54</b>
32. СОЗДАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПА УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО ЗОЛОУДАЛЕНИЯ .....	54
<b>XIX. ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»</b> .....	<b>55</b>
33. МАГНИТНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ .....	55



# I. ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»



## 1. ТВЕРДОСПЛАВНАЯ ПРОДУКЦИЯ ПОД БРЕНДОМ «БУТС» (БЕЛОРУССКИЙ УПРОЧНЕННЫЙ ТВЕРДЫЙ СПЛАВ)

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Твердосплавная продукция предназначена для обработки материалов резанием (резцы, сверла, фрезы, развертки, метчики, плашки).

Твердосплавные изделия «БУТС» производятся на современном оборудовании с использованием технологий производства высокоэффективного металлорежущего инструмента из готового порошка и порошка, получаемого переработкой твердосплавного лома, с последующим упрочнением изготавливаемого инструмента уникальным методом аэродинамического звукового резонансного воздействия. Дополнительная обработка твердосплавных пластин аэродинамическим звуковым воздействием обеспечивает повышение ресурса режущего инструмента до 4,2 раза и ударной вязкости на 19–23 % при сохранении высокой твердости (до значений HRA 92), уменьшается количество пор.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Аэродинамическое звуковое воздействие является высокоэнергетическим методом упрочнения, способным снизить плотность искажений кристаллической решетки компонентов твердого сплава на 15–20 % и увеличить пластичность кобальтовой связки. Это в несколько раз уменьшает количество поверхностных пор структуры. Соответственно появляется возможность повышения ударной вязкости и предела прочности (на изгибе) при одновременном сохранении высокой твердости.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Организация импортозамещающего производства твердосплавного инструмента «БУТС» с использованием твердосплавного лома для предприятий Республики Беларусь. Переработка лома позволит снизить себестоимость производимых изделий на 20–30 %, а обработка инструмента аэродинамическим звуковым воздействием — повысить срок службы быстроизнашиваемых твердосплавных пластин и их качество на 20–50 %.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выпущен опытный образец.



Твердосплавные пластины «БУТС»



Оборудование для прессования пластин

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Способ аэродинамического звукового резонансного воздействия защищен патентами Беларуси и России (BY 21049, RU 2 557 175).

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Предприятия машиностроения и металлообрабатывающей отрасли. Создание производства твердосплавного инструмента «БУТС» на базе ИТМ НАН Беларуси обеспечит значительный потенциал для увеличения доли использования на белорусских предприятиях отечественной твердосплавной продукции. Это может быть достигнуто путем замещения импортных твердосплавных пластин и резцов, используемых при металлообработке ведущими предприятиями Беларуси, такими как ОАО «БМЗ» — управляющая компания холдинга «БМК», ОАО «Амкодор», ОАО «Минский завод шестерен» и др.



Оборудование для спекания пластин

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Жигалов Анатолий Николаевич, директор, доктор технических наук, доцент.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: [info@itm.by](mailto:info@itm.by)

Тел.: (+375 222) 64 93 27

### 2. ТЕРМОСТОЙКИЕ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФОСФАТНЫХ И СИЛИКАТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Разработаны термостойкие теплоизолирующие композиционные материалы на основе жидких и твердых фосфатных и силикатных связующих с рабочими температурами до 1100 °С. В качестве функциональных наполнителей использованы вспученные вермикулит и перлит, а также полые микросферы (зольные, стеклянные). Основные технические характеристики материалов:

- температура отверждения 20–200 °С;
- предел прочности при сжатии 0,5–5,0 МПа;
- плотность 0,3–0,8 г/см<sup>3</sup>;
- коэффициент теплопроводности 0,1–0,8 Вт/(м·К).

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Пониженные температуры отверждения композиционных материалов.

Материалы негорючи, нетоксичны, экологически чисты.

Производство таких материалов может быть организовано на любом предприятии строительного комплекса.

Отечественные аналоги неизвестны; научно-технический уровень разработки не уступает лучшим зарубежным аналогам.

#### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Снижение энергозатрат при производстве и эксплуатации промышленных и гражданских объектов, тепло- и огнезащита промышленных и гражданских объектов.

#### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа, выпущен опытный образец.

#### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Отсутствуют.

#### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Предприятия строительной отрасли, энергетики, металлургии.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Лапко Константин Николаевич, ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук, доцент.

#### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: lapkokn@bsu.by

Тел.: (+375 17) 209 51 82, (+375 29) 125 05 25



Термостойкие теплоизолирующие материалы

## 3. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ УДОБРЕНИЕ ИЗ НАВОЗА БЕЗ ЗАПАХА

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

В работе рассматривается способ получения эффективного удобрения из органических отходов животноводства — навоза или помета — и гидролизованного лигнина. Такое удобрение представляет собой легкосыпучий порошок без запаха, не наносит вреда окружающей среде и обладает пролонгированным действием. Себестоимость удобрения равна примерно 150 долл. США за 1 т, что значительно меньше стоимости мировых аналогов. Полученное удобрение по своим качествам значительно превосходит импортные аналоги. При его производстве используется только белорусское сырье, что дает возможность полного импортозамещения и создания условий продовольственной безопасности.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Разработанное удобрение удобно хранить и перевозить. Во время его хранения отсутствуют потери азота и питательных веществ, при этом навозные стоки не попадают в грунтовые воды. За счет использования сорбента действие удобрения является пролонгированным, оно удерживает у корней растений влагу и питательные вещества. Импортные аналоги имеют резкий неприятный запах, низкие показатели эффективности (на тест-культурах кресс-салата, укропе, листовой горчице), вызывают покрытие почвы плесневыми грибами и значительно дороже разработанного удобрения.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Создание предприятия по переработке органических отходов животноводства и гидролизованного лигнина в эффективное удобрение без запаха.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выпущен опытный образец.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Ноу-хау.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Сельскохозяйственные предприятия, садоводы, огородники, цветоводы, дачники, фермеры.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Мамаев Андрей Владимирович, студент I курса;

Гриншпан Дмитрий Давидович, руководитель, заведующий лабораторией растворов целлюлозы и продуктов их переработки НИИ ФХП БГУ, доктор химических наук, профессор.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: mamaev\_a06@mail.ru, grinshpan@bsu.by

Тел.: (+375 44) 564 43 06, (+375 29) 650 60 65



Жидкий навоз

## 4. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ УГОЛЬНЫЙ СОРБЕНТ ИЗ ОПИЛОК

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Рассмотрен способ получения мезопористого активированного угля с высокой удельной поверхностью. Получаемый уголь имеет очень высокую сорбционную способность по метиленовому голубому, а также проявляет ионообменные свойства по отношению к ионам тяжелых металлов. Уголь, получаемый данным способом, по своим показателям значительно превосходит лучшие мировые аналоги, при этом его себестоимость в 4 раза ниже стоимости импортного активированного угля. Благодаря наличию мезопор активированный уголь имеет широкий спектр применения (очистка воздуха, сточных вод АЭС, предприятий химического, фармацевтического профилей, а также очистка спиртосодержащих продуктов), а его производство на территории Беларуси будет прибыльным и поможет снизить количество образующихся древесных отходов.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Разработанный активированный уголь значительно превосходит лучшие мировые аналоги. Сорбционная способность полученного сорбента по метиленовому голубому составляет 595–610 мг/г, а импортных аналогов — 15–300 мг/г. Полученный уголь имеет высокую удельную поверхность (до 1400 м<sup>2</sup>/г), при этом он содержит примерно равное количество микро- (до 2 нм) и мезопор (от 2 до 50 нм), что значительно расширяет сферы его применения. Технология производства угля проста, при этом используется исключительно белорусское сырье, что дает возможность полного импортозамещения.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Создание предприятия по переработке древесных отходов в активированный уголь, внедрение полученного сорбента в технологические процессы.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выпущен опытный образец.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Ноу-хау.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Предприятия фармацевтического профиля (РУП «Белмедпрепараты»), сахарные заводы, ликеро-водочная промышленность, атомные электростанции, предприятия с проблемами очистки сточных вод.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Мамаев Андрей Владимирович, студент I курса;

Гриншпан Дмитрий Давидович, руководитель, заведующий лабораторией растворов целлюлозы и продуктов их переработки НИИ ФХП БГУ, доктор химических наук, профессор.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: mamaev\_a06@mail.ru, grinshpan@bsu.by

Тел.: (+375 44) 564 43 06, (+375 29) 650 60 65

### III. УЧРЕЖДЕНИЕ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ»



#### 5. НОВЫЕ ВИДЫ СЪЕДОБНЫХ ПЛЕНОК, СОДЕРЖАЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ



Съедобные пленки

##### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Съедобные пленки — это биodeградируемый на молекулярном уровне полимерный материал, который демонстрирует альтернативный микробиальному механизму (разложению в окружающей среде под действием бактерий или грибов) механизм биоразложения под действием внутриклеточных и неклеточных ферментов (эндо- и экзоэнзимов), содержащихся в желудке и кишечнике человека и животных, заключающийся в протекании реакций окисления и гидролиза. Съедобные пленки — единственный вид биоразлагаемой полимерной упаковки, не требующий отдельного сбора и специальных условий утилизации.

Получение съедобных пленок для упаковки пищевых продуктов — это абсолютно новое направление исследований в Республике Беларусь. На рынке они отсутствуют. Возможны разнообразные варианты использования таких пленок в пищевой промышленности. Например, известные бумажные листы со специями для жарки мяса, рыбы и т. п., которые

предлагает и продает на рынке Республики Беларусь компания Maggi, вполне можно заменить на съедобные пленки. Такое решение вопроса влечет за собой сокращение количества отходов в окружающей среде, поскольку производство бумаги — это экологически небезопасный процесс, загрязняющий окружающую среду газообразными отходами и большим количеством сточных вод. Мы разработали и предлагаем к внедрению пленки на основе крахмала, содержащие различные пищевые добавки: специи, масла, овощные пюре и т. п. Съедобные пленки, содержащие такие пищевые добавки, пригодны для упаковки и последующей жарки мяса, рыбы, сыра и др.

##### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

В настоящее время как отечественных, так и зарубежных аналогов разработанного продукта не существует. Съедобные пленки позволяют не только продлить срок хранения продуктов, но и осуществить процесс жарки без или с минимальным количеством масла, сохранить сочность продукта, придать ему особый вкус и сократить количество отходов.

##### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская (технологическая) работа. В лабораторных условиях получены экспериментальные образцы.



#### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Patent CN 105295113. Edible membrane with biological activity and preparation method thereof. Huo P., Yu Z., Xu X., Savitskaya T., Makarevich S., Hrynshpan D.; assignee: Zhejiang Shuren University; application № 201510828906.7 25.11.2015; published 03.02.2016.

Планируются к использованию потенциальные объекты интеллектуальной собственности (правовая охрана не предоставлена, однако имеются признаки объектов интеллектуальной собственности, для правовой охраны которых необходимо получить охранные документы).

#### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Потребители мясной, сырной продукции, сторонники инноваций и ЗОЖ.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Гриншпан Дмитрий Давидович, заведующий лабораторией растворов целлюлозы и продуктов их переработки НИИ ФХП БГУ, доктор химических наук, профессор.

#### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: grinshpan@mail.ru, grinshpan@bsu.by  
Тел.: (+375 29) 650 60 65



Съедобные пленки

## 6. БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПЛЕНКИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ТРАНСМУКОЗАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Получение съедобных пленок для упаковки пищевых продуктов — это абсолютно новое направление исследований в Республике Беларусь. Разработан новый способ получения прочных съедобных пленок на основе различных видов крахмалов для внутренней упаковки пищевых продуктов. Пленки обладают высокими механическими свойствами: прочностью 40–60 МПа при удлинении 5–20 %, имеют низкую кислородопроницаемость (в 100 раз меньшую, чем у пленок из полиэтилена) и практически непроницаемы для различных ароматических веществ. Пленки растворимы в горячей и холодной воде, не изменяют вкус упакованного в них продукта. Пригодны для нанесения печати специальными съедобными чернилами.

Полученные съедобные пищевые упаковки обеспечивают уменьшение потерь воды, контролируют газообмен (кислород, двуокись



Биоразлагаемые пленки

углерода), сохраняют вкус, аромат, эстетичный внешний вид продуктов и продлевают срок их хранения. Полностью растворимые в воде пленки могут быть использованы для первичной упаковки сухих сыпучих продуктов: соли, сахара, чая, круп, семян, специй, в том числе специй для лапши быстрого приготовления, спортивного питания, а также мелко фасованного меда и т. д.

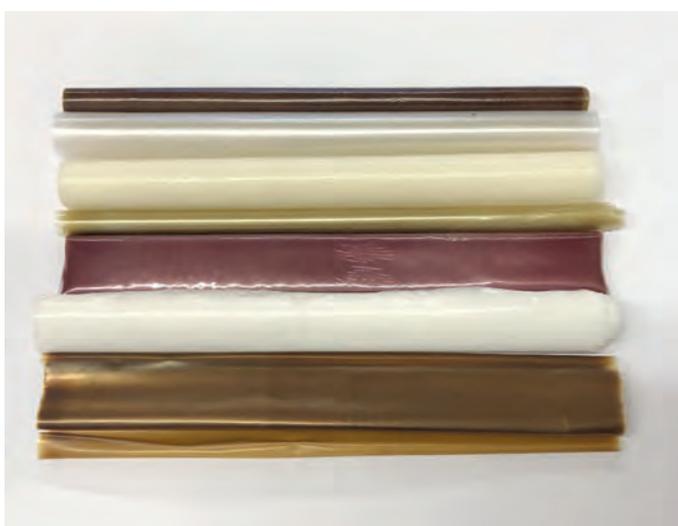
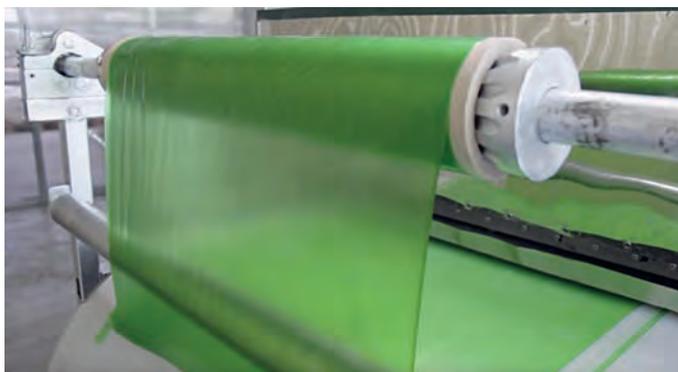
Такие пленки могут быть также использованы для создания быстрорастворимых во рту пленок-полосок (oral strips) с освежителями полости рта, лечебных пленок, содержащих витамины и лекарственные препараты. Съедобные пленки, устойчивые к действию повышенных температур (200 °С), можно использовать для изготовления тартелеток для выпечки кексов и капкейков, а пленки, содержащие специи, — для жарки мяса, рыбы. Предусмотрена возможность введения в состав упаковочных пленок различных ингредиентов, дополняющих их вкусом, запахом, антимикробными и антиоксидантными свойствами. Срок службы таких пленок равен сроку хранения упакованных в них пищевых продуктов. Срок хранения пленок в складских помещениях в условиях регулируемой температуры и влажности составляет не менее 5 лет.

Помимо предоставления потребителю новых функциональных возможностей, съедобная упаковка позволяет решить проблему сокращения количества бытовых отходов. Съедобные пленки могут быть использованы в качестве покрытий на бумагу или картон для уменьшения их кислородо- и запахопроницаемости. Такой биоразлагаемый материал можно применять для упаковки жиро- и маслосодержащих продуктов взамен бумаги, покрытой бионеразлагаемым полиэтиленом или силиконом.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Производство съедобных пленок для пищевых продуктов отсутствует в Республике Беларусь. Целесообразность проведения исследований в этой области подтверждается тем, что в развитых странах мира США, Японии, Франции, Германии и Китае уже более 20 лет организован выпуск таких упаковочных материалов и их реализация населению. По этому сегменту рынка сегодня сделаны прогнозы и ожидается, что к концу 2023 г. объем рынка съедобной упаковки составит 1,245 млрд долл. США по сравнению с 0,715 млрд долл. США в 2016 г., что свидетельствует о растущей потребности в таких материалах и перспективности развития их производства.

Страны Западной Европы и США пошли по пути создания таких упаковок в основном из полимеров, добываемых из морских водорослей, и производных целлюлозы, т. е. по весьма дорогому пути. Учитывая высокий потребительский уровень населения этих стран, проблем с реализацией пищевых продуктов в таких упаковках в этих странах нет. В Китае пошли другим путем: получение в очень некомфортных условиях (100 % влажность и температура 50 °С) дешевых, но непрочных пленок из чистого крахмала для упаковки липких конфет. Эти конфеты пользуются огромной популярностью и продаются на всей территории Китая и за его пределами (США) под маркой White Rabbit — «Белый кролик».



Биоразлагаемые пленки



Мы нашли компромиссный вариант: получение дешевых, но высокопрочных пленок на основе 90 % крахмала и 10 % полимера из морских водорослей (альгинат натрия, пищевая добавка E401), имеющих значительно более широкую область применения, чем только для упаковки липких конфет и шоколадных изделий в пленочные оболочки с антикариесными, антиоксидантными и антимикробными добавками.

#### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Замена синтетических бионеразлагаемых упаковочных полимерных материалов на биоразлагаемые композиции полисахаридов, соответственно, решение одной из насущных экологических проблем современного мира — накопления в окружающей среде отходов синтетических полимеров, которые не подвергаются интенсивному физико-химическому и биологическому разложению.

#### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выполнена научно-исследовательская работа, опытный образец.

#### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

Patent CN 105295113. Edible membrane with biological activity and preparation method thereof. Huo P., Yu Z., Xu X., Savitskaya T., Makarevich S., Hrynshpan D.; assignee: Zhejiang Shuren University; application № 201510828906.7 25.11.2015; published 03.02.2016.

Используются либо планируются к использованию потенциальные объекты интеллектуальной собственности (правовая охрана не предоставлена, однако имеются признаки объектов интеллектуальной собственности, для правовой охраны которых необходимо получить охранные документы).

#### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Предприятия пищевой промышленности и предприятия по изготовлению упаковочных материалов для продуктов питания.

Потребительская ценность определяется тем, что продукт будет привлекательным для потребителя не только за счет своих улучшенных качеств и новых свойств (вкус, дополнительные ингредиенты), но и за счет того, что потребитель будет понимать, что, покупая продукты в экологически чистой натуральной упаковке, которая не требует утилизации, он будет вносить вклад в скорейшее достижение целей устойчивого развития не только для нашей республики, но и для цивилизации в целом.

#### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Гриншпан Дмитрий Давидович, заведующий лабораторией растворов целлюлозы и продуктов их переработки НИИ ФХП БГУ, доктор химических наук, профессор.

#### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: grinshpan@mail.ru, grinshpan@bsu.by

Тел.: (+375 29) 650 60 65

## IV. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»



### 7. ЭЛАСТИЧНЫЕ И ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМЫЕ ПОГЛОТИТЕЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЧ-ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ФОЛЬГИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Могут быть использованы:

- для изготовления спецодежды или повседневной одежды, обеспечивающей защиту человека от воздействия электромагнитного излучения СВЧ-диапазона;
- изготовления ширм (перегородок) для функционального зонирования помещений;
- изготовления чехлов для мобильных телефонов и планшетов.

Характеризуются свойствами эластичности и воздухопроницаемости.

Масса на единицу площади — до 1,0 кг/м<sup>2</sup>.

Значения коэффициента ослабления электромагнитного излучения СВЧ-диапазона — 20,0–45,0.

Значения коэффициента поглощения электромагнитного излучения СВЧ-диапазона — до 0,9.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Характеризуются пониженной массой на единицу площади.

#### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Будут разработаны изделия, обеспечивающие защиту человека от воздействия электромагнитного излучения СВЧ-диапазона.

#### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа.

#### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Патент Республики Беларусь на изобретение № 23305.

#### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Физические лица. Предприятия, деятельность работников которых связана с использованием оборудования, являющегося источником электромагнитного излучения СВЧ-диапазона.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Бойправ Ольга Владимировна, доцент кафедры защиты информации, доцент

#### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: smu@bsuir.by

Тел.: (+375 29) 572 48 53



Внешний вид

# V. МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



## 8. ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕЩЕННОГО МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО НАКАТЫВАНИЯ В АКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Повышение ресурса трибосопряжений на основе модификации поверхностного слоя деталей комплексным воздействием магнитным полем, многократным импульсно-ударным деформированием и активной технологической средой.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Годовой экономический эффект от внедрения разработанной технологии модификации в производство на этапе опытно-экспериментальной апробации в условиях мелкосерийного производства составляет более 30 000 долл. США.

Трансферт технологии, продажа лицензии, разработка технологической и конструкторской документации, сопровождение внедрения технологии модификации у заказчика для упрочнения деталей.

При внедрении технологии у заказчика временно-стоимостную характеристику разработанного проекта можно представить следующими этапами:

- согласование задания (время 5 %, стоимость 2 %);
- разработка технологической и конструкторской документации (время 25 %, стоимость 28 %);
- изготовление технологической оснастки для реализации технологии (время 25 %, стоимость 50 %);
- апробация и внедрение технологии (время 45 %, стоимость 20 %).

Общая длительность проекта 10–12 месяцев.



### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выпущен опытный образец, разработка внедрена в производство.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

1. Патент 22193 ВУ, МПК В 24 В 39/02. Способ и устройство для отделочно-упрочняющей обработки внутренней поверхности отверстия в ферромагнитной детали / В. К. Шелег, А. М. Довгалева, А. А. Жолобов, Д. М. Свирепа, С. А. Сухоцкий // заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. — № а20140015; заявл. 03.01.14; опубл. 30.10.18, Бюл. № 4. — 7 с.

2. Патент 2029667 РФ, МКИ 6 В 24 В 39/02. Способ отделочно-упрочняющей обработки и инструмент для его осуществления / А. М. Довгалева (РБ); заявитель и патентообладатель А. М. Довгалева. — № 4400120; заявл. 29.03.88; опубл. 27.02.95, Бюл. № 6. — 5 с.

3. Патент 2023578 РФ, МКИ 6 В 24 В 39/00. Способ отделочно-упрочняющей обработки / А. М. Довгалева (РБ); заявитель и патентообладатель А. М. Довгалева. — № 4732049/27; заявл. 22.08.89; опубл. 30.11.94, Бюл. № 22. — 5 с.

4. Патент 2068770 РФ, МКИ 6 В 24 В 39/02. Способ поверхностного пластического деформирования и инструмент для его осуществления / А. М. Довгалева (РБ); заявитель и патентообладатель А. М. Довгалева. — № 4922542/27; заявл. 29.03.91; опубл. 10.11.96, Бюл. № 31. — 7 с.

5. Патент 2089373 РФ, МКИ 6 В 24 В 39/02. Способ поверхностного пластического деформирования и инструмент для его осуществления / А. М. Довгалева (РБ); заявитель и патентообладатель А. М. Довгалева. — № 4924841/02; заявл. 05.04.91; опубл. 10.09.97, Бюл. № 25. — 7 с.

6. Патент 2052331 РФ, МКИ 6 В 24 В 39/02. Способ поверхностного пластического деформирования поверхности вращения и инструмент для его осуществления / А. М. Довгалева (РБ); заявитель и патентообладатель А. М. Довгалева. — № 4854644/08; заявл. 27.07.90; опубл. 20.01.96, Бюл. № 2. — 6 с.

7. Патент 17545 ВУ, МПК В 24 В 39/06. Инструмент и способ магнитно-динамического упрочнения плоской поверхности детали / А. М. Довгалева, С. А. Сухоцкий; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. — № а20111278; заявл. 03.10.11; опубл. 30.06.13, Бюл. № 2. — 9 с.

8. Патент 17976 ВУ, МПК В 24 В 39/02. Способ магнитно-динамического упрочнения внутренней поверхности круглого отверстия в металлической детали / А. М. Довгалева, Д. М. Свирепа; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. — № а20120052; заявл. 16.01.12; опубл. 30.08.13, Бюл. № 3. — 5 с.

Всего по проекту получено 60 патентов на изобретение.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Применение разработки на машино-, автомобиле-, авиа-, судо-, приборостроительных, ремонтных и других предприятиях металлообрабатывающей отрасли.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Довгалева Александр Михайлович, декан факультета довузовской подготовки и профориентации, кандидат технических наук, доцент.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: rct.bru@tut.by

Тел.: (+375 44) 345 40 56

## 9. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

#### Область применения

Контроль за соблюдением технологии при производстве сварочных работ на объектах повышенной опасности.

#### Технические характеристики

Система включает:

- аппаратную часть: регистратор параметров сварочных процессов с датчиками сварочного тока, напряжения на дуге, скорости сварки, температуры и влажности окружающего воздуха, температуры предварительного нагрева и температуры околосшовной зоны;
- программное обеспечение регистратора, серверной части, клиентских приложений;
- базу данных: инструкций на технологический процесс сварки, сотрудников, сварочного оборудования, заданий на сварку и паспортов сварных стыков.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Идентификация на Регистраторе, установленном на каждом сварочном аппарате, сварщика и руководителя сварочных работ по удостоверению с RFID-меткой.





Выбор из базы данных Регистратора необходимого задания по сварке и требуемых к установке на сварочном аппарате режимов сварки.

Сохранение данных о параметрах режима сварки в энергонезависимую память и передача их на сервер для хранения через GSM-связь.

Просмотр в режиме реального времени через клиентское приложение параметров режима сварки.

Выдача звукового сигнала Регистратором и предупреждающих сообщений (SMS) руководителю сварочных работ при выходе параметров режима сварки за установленные пределы.

Определение местоположения сварочного аппарата по GPS-координате Регистратора, отображение на карте его состояния.

Составление паспорта на каждый сварной стык.

Формирование отчетов о работе сварщиков, сварочного оборудования.

#### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Повышение качества сварочных работ. Документальное подтверждение качества сварки.

#### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа, выпущен опытный образец. Проходят производственные испытания.

#### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

1. Патент на полезную модель № 12889, заявка № u20210320, МПК В23К 9/10. Регистратор параметров сварочных процессов / С. В. Болотов, В. Н. Почуйко, Н. К. Бобков; заявл. 13.12.2021; опубл. 01.04.2022.

2. Свидетельство о регистрации компьютерной программы № 1475 Республика Беларусь. Автоматизированная система регистрации сварочных процессов / С. В. Болотов, К. В. Захарченков, В. А. Фурманов, Е. В. Макаров; заявитель и правообладатель Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет»; заявл. 13.12.2021; опубл. 24.01.2022. — 1 с.

#### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Предприятия и организации, осуществляющие сварочные работы на объектах повышенной опасности, центры аттестации сварщиков, технологических процессов сварки.

#### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Болотов Сергей Владимирович, декан электротехнического факультета Белорусско-Российского университета, кандидат технических наук, доцент.

#### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: s.v.bolotov@mail.ru

Тел.: (+375 29) 699 31 56

## **10. ТЕХНОЛОГИЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ С ДВУХСТРУЙНОЙ КОАКСИАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ**

#### **ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ**

Разработана принципиально новая технология повышения технологических и экономических показателей процесса дуговой сварки конструкционных сталей за счет формирования защитной газовой среды переменного состава непосредственно в зоне горения дуги путем смешивания коаксиально подаваемых в нее независимых потоков аргона и углекислого газа.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Предлагаемая технология является принципиально новой и значительно превосходит имеющиеся аналоги по экономическим и технологическим параметрам. Основным преимуществом является возможность ее реализации на уже имеющемся сварочном оборудовании без значительных затрат на его модернизацию.

Технология является перспективной и имеет несколько направлений дальнейшего развития:

- способ управления технологическими параметрами защитной газовой атмосферы путем наноструктурной модификации потока защитной газовой смеси при дуговой сварке;

- сварка высокопрочных сталей и сплавов с введением фторсодержащих газовых компонентов SF<sub>6</sub> для минимизации насыщения металла водородом.

## ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Повышение эффективности применения процесса дуговой сварки в среде защитных газов для варки металлоконструкций на предприятиях Республики Беларусь и стран СНГ.

## ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Подготовленное производство.

## СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

1. Устройство для визуализации газового потока / В. П. Куликов, Ю. А. Цумарев, А. О. Коротеев, Д. А. Олешкевич; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт порошковой металлургии». — 7645 ВУ, МПК В 23 К 9/00 — № u20110199; заявл. 2011.03.23; опубл 2011.10.30.

2. Нахлесточное сварное соединение пластин / Ю. А. Цумарев, А. Р. Лученок, А. О. Коротеев; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт порошковой металлургии». — 6412 ВУ, МПК В 23 К 33/00 — № u20091018; заявл. 2009.12.03; опубл 2010.08.30.

3. Конструкция скоса кромки неразъемного соединения с угловым швом / Ю. А. Цумарев, В. А. Попковский, В. Н. Клочков, А. О. Коротеев; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет». — 6805 ВУ, МПК В 23 К 33/00 — № u20100432; заявл. 2010.05.06; опубл 2010.12.30.

4. Конструкция скоса кромки неразъемного соединения с угловым швом / Ю. А. Цумарев, В. А. Попковский, В. Н. Клочков, А. О. Коротеев; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет». — 6799 ВУ, МПК В 23 К 33/00 — № u20100431; заявл. 2010.05.06; опубл 2010.12.30.

5. Сварное соединение пластин с прорезными швами / Ю. А. Цумарев, В. Т. Шмурадко, А. О. Коротеев; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт порошковой металлургии». — 6869 ВУ, МПК В 23 К 33/00 — № u20091026; заявл. 2009.12.04; опубл 2010.12.30.

6. Сварное соединение пластин / Ю. А. Цумарев, Н. В. Киршина, А. О. Коротеев; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт порошковой металлургии». — 7204 ВУ, МПК В 23 К 33/00 — № u20100813; заявл. 2010.09.29; опубл 2011.04.30.

7. Форма для подготовки кромок неразъемного соединения с угловыми швами / В. В. Десятник, Ю. А. Цумарев, В. А. Попковский, В. Н. Клочков, А. О. Коротеев; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет». — 7125 ВУ, МПК В 23 К 33/00 — № u20100430; заявл. 2010.05.06; опубл 2011.04.30.



8. Устройство для визуализации газового потока / В. П. Куликов, Ю. А. Цумарев, А. О. Коротеев, Д. А. Олешкевич; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт порошковой металлургии». — 7645 ВУ, МПК В 23 К 9/00 — № u20110199; заявл. 2011.03.23; опубл 2011.10.30.

9. Устройство для защиты сварочной ванны / А. О. Коротеев, В. П. Куликов, Ю. А. Цумарев; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет». — 10194 ВУ, МПК В 23 К 9/16 — № u20130946; заявл. 2013.11.18; опубл 2014.08.30.

10. Устройство для защиты сварочной ванны / А. О. Коротеев, В. П. Куликов, Ю. А. Цумарев; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет». — 10194 ВУ, МПК В 23 К 9/16 — № u20130946; заявл. 2013.11.18; опубл 2014.08.30.

#### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Сварочное производство в машиностроении, нефтехимии, энергетике, автомобилестроении, строительстве.

#### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

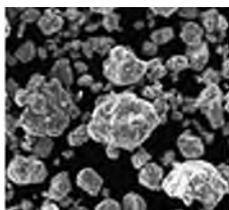
Коротеев Артур Олегович, заведующий кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства», кандидат технических наук, доцент.

#### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: karatseyeu\_artur@fastmail.com

Тел.: (+375 29) 845 49 70

## **11. МЕХАНИЧЕСКИ ЛЕГИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОРОШКИ ДЛЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**



#### **ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ**

Порошки для газотермического напыления получают методом реакционного механического легирования, который заключается в обработке в энергонапряженной мельнице-механореакторе смеси исходных порошкообразных компонентов матричного металла и элементов, взаимодействующих с основой или между собой с образованием упрочняющих фаз. Получаемые порошки и покрытия из них отличаются более высокой твердостью и жаропрочностью. Покрытия имеют повышенную износостойкость.

Предлагаемая технология позволяет получить порошки практически любого химического состава.

Кроме металлических порошков, технология позволяет получать металлокерамические материалы, а также порошки на основе керамики.

#### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА**

Покрытия из разработанных порошков отличаются более высокими жаропрочностью, твердостью и износостойкостью, при этом их стоимость не превышает стоимости серийно выпускаемых материалов.

Есть возможность регулировать химический состав, а также средний размер частиц получаемых порошков.

#### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Разработанные материалы позволят увеличить работоспособность восстанавливаемых и упрочненных деталей, снизить затраты на материалы, обеспечат импортозамещение.

## ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Разработка внедрена в производство.

## СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Разработка не защищена правовыми документами.

## ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Разработка используется на ОАО «БМЗ», ЗАО «Ремеза», ОАО «КуйбышевАзот», ОАО «Могилевхимволокно».

## РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Федосенко Алексей Сергеевич, доцент кафедры «Технологии металлов», кандидат технических наук, доцент.

## КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: 5trannik@tut.by

Тел.: (+375 29) 546 96 34

## 12. ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Повышение износостойкости инструментальной и технологической оснастки осуществляется за счет структурно-фазового модифицирования поверхностного слоя изделия в результате бомбардировки рабочих поверхностей заряженными частицами под действием катодного падения потенциала тлеющего разряда с прикатодным магнитным полем.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Простота конструкции используемого оборудования. Нет жестких требований к качеству подготовки поверхностей. Возможность обработки изделий сложной формы. Экономичность процесса. Малая длительность процесса обработки (до 45 мин). Сохранность конструктивных размеров и макрогеометрии изделий. Экологическая безопасность. Обработка осуществляется в среде остаточных атмосферных газов, и процесс не предусматривает никаких выбросов в атмосферу.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Увеличение износостойкости инструментальной и технологической оснастки в 1,5–2,0 раза.

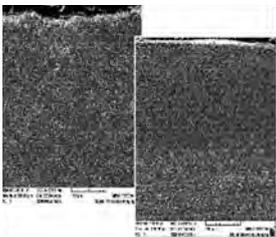
### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выпущен опытный образец.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

1. Патент № 6261 ВУ, U В 23 В 27/00 Многогранная пластина из твердого сплава / В. М. Шеменков; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № 200900812 заявл. 10.02.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2010. — № 3. — С. 165.





2. Патент № 14716 ВУ, U C 21 D 1/78 Способ упрочнения изделий из металла или сплава, или сверхтвердого материала, или графитсодержащего материала / В. М. Шеменков, А. Ф. Короткевич; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № 20091136 заявл. 27.07.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2011. — № 1. — С. 28.

3. Патент № 8733 ВУ, МПК С 23С 14/00. Установка вакуумная для упрочнения изделия тлеющим разрядом / В. М. Шеменков, М. А. Белая, А. Л. Шеменкова, А. Ф. Короткевич, Д. С. Галюжин, Н. А. Галюжина, К. А. Бодяко (ВУ); заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № u20120383 заявл. 05.04.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2012. — № 6. — С. 224.

4. Патент № 8865 ВУ, МПК F 04 D 25/04. Кулачковый механизм / В. М. Шеменков, М. А. Белая (ВУ); заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № u20120522 заявл. 18.05.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2012. — № 6. — С. 234.

5. Патент № 9478 ВУ, МПК С 23 С 14/00 Установка вакуумная для упрочнения изделий комплексным воздействием тлеющего разряда и постоянного магнитного поля: / В. М. Шеменков, М. А. Белая, В. В. Малутин, А. Л. Шеменкова, А. С. Батраков (ВУ); заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № 20121152 заявл. 26.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2013. — № 4. — С. 231.

6. Патент № 10062 ВУ, МПК С 23 С 14/00 Установка вакуумная для упрочнения изделий тлеющим разрядом / В. М. Шеменков, М. А. Белая, В. В. Малутин, А. Л. Шеменкова, А. С. Батраков, С. С. Тумаков, В. А. Герасимович (ВУ); заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № 20130503 заявл.

11.06.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2014. — № 2. — С. 147.

7. Патент № 19126 ВУ, МПК С 23С 14/38 С 23 С 8/00. Способ упрочнения изделий из металла или сплава, или сверхтвердого материала / В. М. Шеменков, М. А. Белая (ВУ); заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № 20120561 заявл. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2015. — № 2. — С. 68.

8. Патент № 19886 ВУ, МПК С 23 С 14/38, С 23 С 8/00 Способ упрочнения изделий из металла, или сплава, или сверхтвердого графитсодержащего материала / В. М. Шеменков, М. А. Белая, В. В. Малутин, А. Л. Шеменкова, А. С. Батраков, С. С. Тумаков, В. А. Герасимович (ВУ); заявитель и патентообладатель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». — № a20130250 заявл. 26.02.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2016. — № 1. — С. 104.

9. Патент № 11063 ВУ, МПК С 23 С 14/00 Установка вакуумная для упрочнения изделий в газовом тлеющем разряде / В. М. Шеменков, М. А. Белая, А. Л. Шеменкова, П. Г. Жуковец (ВУ); заявитель и патентообладатель В. М. Шеменков, М. А. Белая, А. Л. Шеменкова, П. Г. Жуковец — № u20150346 заявл. 13.10.2015 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2016. — № 3. — С. 132.

10. Патент № 11108 ВУ, МПК С 23 С 14/00 Установка для упрочнения инструментальной и технологической оснастки / В. М. Шеменков, М. А. Белая, А. Л. Шеменкова, П. Г. Жуковец (ВУ); заявитель и патентообладатель

В. М. Шеменков, М. А. Белая, А. Л. Шеменкова, П. Г. Жуковец — № u20150347 заявл. 13.10.2015 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2016. — № 4. — С. 191.

11. Способ упрочнения изделия из металла, или сплава, или сверхтвердого, или графитсодержащего материала: пат № 21735 РБ, МПК С 23С 8/06, С 23С 14/38 / Шеменков В. М., Белая М. А., Шеменкова А. Л., Жуковец П. Г. (BY) — № a20150619; заявл. 2015.12.11 // Афіцыйны бюлетэнь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2018. — № 2. — С. 107.

12. Способ упрочнения изделий из металла, или сплава, или сверхтвердого, или графитсодержащего материала: Патент № 22048 РБ, МПК С23 С23 С 8/00. / Шеменков В. М., Трухачев Ф. М., Обидина О. В., Белая М. А., Шеменкова А. Л. (BY) — № a201602207; заявл. 2016.06.06 // Афіцыйны бюлетэнь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2018. — № 4. — С. 92.

13. Способ комплексного азотирования изделий из металлов, или сплавов, или металлсодержащих материалов: Патент № 22062 РБ, ПМК С 23С 8/36. / Шеменков В. М., Белая М. А., Шеменкова А. Л., Липский А. Э., Рабыко А. С. (BY) — № a20160195; заявл. 2016.06.01 // Афіцыйны бюлетэнь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2018. — № 4. — С. 92.

14. Способ нанесения защитного износостойкого покрытия на основе металла на изделие из металла, или сплава, или графитсодержащего материала: Патент № 22143 РБ, С 23С 14/06, С 23С 14/35 / Шеменков В. М., Белая М. А., Шеменкова А. Л. (BY) — № a20160208; заявл. 2016.06.06 // Афіцыйны бюлетэнь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2018. — № 4. — С. 93.

15. Способ упрочнения изделий из металлов, или сплавов, или сверхтвердых материалов в тлеющем разряде с использованием электромагнитной системы № 22366 РБ, МПК С23С 14/38 / Шеменков В. М., Маковецкий И. И., Зеленин В. А., Белая М. А., Шеменкова А. Л., Рабыко А. С., Елисеева А. Н. (BY) — № a20170342; заявл. 18.09.2017 // Афіцыйны бюлетэнь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2019. — № 1. — С. 113.

16. Способ упрочнения поверхности детали № 23852 РБ, МПК С 21D 1/09, С 21D 1/04, С 21D 1/38, С 23С 8/00, С 23С 14/38 / Шеменков В. М., Девойно О. Г., Рабыко М. А., Шеменков В. В., Елисеева А. Н., Мешкова В. В. (BY) — № a220200373; заявл. 21.12.2020.

17. Способ упрочнения изделия из металла, или сплава, или проводящего электрический ток сверхтвердого материала в тлеющем разряде в магнитном поле № 23837 РБ, МПК С 23С 14/35 / Шеменков В. М., Рабыко М. А., Шеменков В. В., Полторацкий С. Г., Елисеева А. Н., Рабыко А. С. (BY) — № a20190316; заявл. 11.11.2019.

18. Способ упрочнения поверхности изделия из металла или сплава № 23381 РБ, МПК С 23С 8/00 / Шеменков В. М., Рабыко М. А. (BY) — № a20190143; заявл. 15.05.2019.

19. Способ комплексной обработки изделия из металла, или сплава, или графитсодержащего материала № 23734 РБ, МПК С 23С 14/00, С 21D 1/09 / Шеменков В. М., Вегера И. И., Рабыко М. А., Шеменков В. В., Елисеева А. Н. (BY) — № a20200356; заявл. 14.12.2020.

20. Способ упрочнения поверхности цилиндрического отверстия в металлической детали № 23750 РБ, МПК С 23С 14/00, С 21D 1/09 / Шеменков В. М., Свирепа Д. М., Рабыко М. А., Довгалев А. М., Шеменков В. В., Елисеева А. Н., Кручинина А. С. (BY) — № a20200366; заявл. 18.12.2020.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Используется на ОАО «Могилевфитмаш», ОАО «ТАИМ», ЧНПП «Технолит».

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Шеменков Владимир Михайлович, заведующий кафедрой «Технология машиностроения»;

Рабыко Марина Александровна, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения».

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

Е-mail: vshemenkov@yandex.by

Тел.: (+375 44) 740 06 64





## 13. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ТАМПОННОЙ ПЕЧАТИ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

В обувном производстве методом тампонной печати наносят различные рисунки краской на детали верха и низа обуви. На рис. 1 представлены контуры деталей верха обуви: левого и правого берца 1 с изображением рисунка 2, который выполняется методом тампонной печати.

Заготовка технологической оснастки изображена на рис. 2. Заготовка технологической оснастки 1 выполнена из обувного картона. В ее площади изготовлены восемь базирующих отверстий 3, с помощью которых оснастка надевается на базирующие штифты, которые расположены на подвижном столике машины для тампонной печати. Также на заготовке технологической оснастки изготавливаются гофры 2 для отображения размера детали. Одна гофра соответствует самому маленькому размеру модели обуви, девять гофр — самому большому. Такой же принцип маркировки размеров гофрами используется на деталях верха обуви.

Контуры градированных деталей изображены на рис. 3: 1 — контуры деталей, 2 — контуры места расположения рисунка.

Полученные контуры для размещения деталей после преобразования, перенесенные на заготовку технологической оснастки 4, представлены на рис. 4. На рис. 4 изображены градированные контуры 1 правого берца, градированные контуры 3 левого берца и контур 2 места расположения изображения, который в результате преобразования является общим для правого и левого берца каждого размера.

Выполним восемь копий контуров, изображенных на рис. 4. Затем в каждой копии оставляем только один размер и количество гофр, соответствующих размеру. Контуры 1 и 3 пересекаются. Часть контуров, которые принадлежат площадям 1 и 3, удаляем. Получаем общий контур, принадлежащий части контура правой и левой детали верха обуви, которые будут базироваться в гнезде по части контура.

Полученный контур представлен на рис. 5. На рис. 5 обозначены: 1 — заготовка технологической оснастки, 2 — гнездо для укладывания правой и левой детали,



Рис. 1. Детали верха обуви:

- 1 — детали заготовки верха обуви;
- 2 — рисунок, нанесенный методом тампонной печати

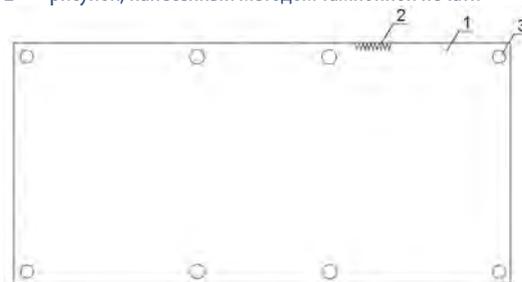


Рис. 2. Заготовка технологической оснастки:

- 1 — заготовка технологической оснастки;
- 2 — гофры, указывающие на размер деталей;
- 3 — базирующие отверстия

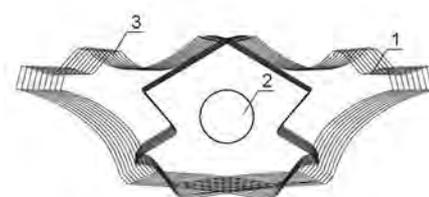
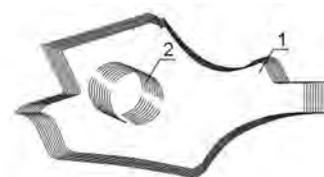


Рис. 3. Градированные детали верха:

- 1 — конструкторские градированные контуры деталей;
- 2 — место расположения изображения на деталях каждого размера

в котором базирование осуществляется по части контура, 3 — гофры. На рис. 5 количество гофр соответствует самому большому размеру модели.

Каждая пластина технологической оснастки вырезается на режущем плоттере. Раскладка пластин при изготовлении изображена на рис. 6.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Разработанная конструкция оснастки обеспечивает размещение деталей верха обуви для точного нанесения рисунка на машину для тампопечати, исключает многократную ручную перенастройку машины при переходе на новый размер модели. Использование оснастки улучшает условия труда, повышает скорость технологического процесса. Достоинствами оснастки являются также универсальность, простота конструкции и изготовления, возможность многоразового использования.

## ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Рост производительности труда в среднем на 20 %.

## ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Разработка внедрена в производство.

## СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Продукт защищен в соответствии с законодательством Республики Беларусь об авторском праве.

## ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Обувные фабрики Республики Беларусь и зарубежных стран.

## РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Бувевич Артур Эдуардович, доцент кафедры «Инженерная физика» ВГУ имени П. М. Машерова;

Смирнов Денис Владимирович, студент ВГУ имени П. М. Машерова;

Капранов Владислав Андреевич, студенты ВГУ имени П. М. Машерова.

## КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: arturby@gmail.com

Тел.: (+375 29) 399 10 92

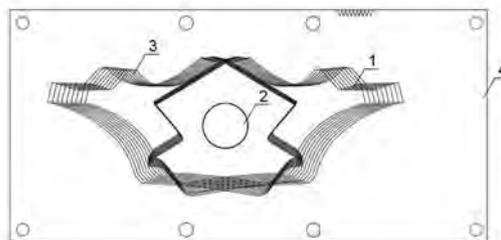


Рис. 4. Градированные детали верха после преобразований на заготовке оснастки:

- 1 — конструкторские градированные контуры правых деталей;
- 2 — место расположения изображения на деталях каждого размера;
- 3 — конструкторские градированные контуры левых деталей

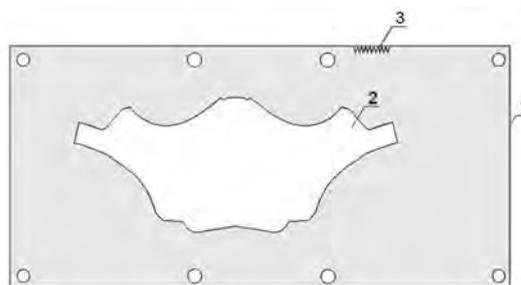


Рис. 5. Заготовка технологической оснастки для деталей верха самого большого размера:

- 1 — заготовка технологической оснастки;
- 2 — гнездо для укладки правой и левой деталей;
- 3 — гофры, указывающие на размер деталей

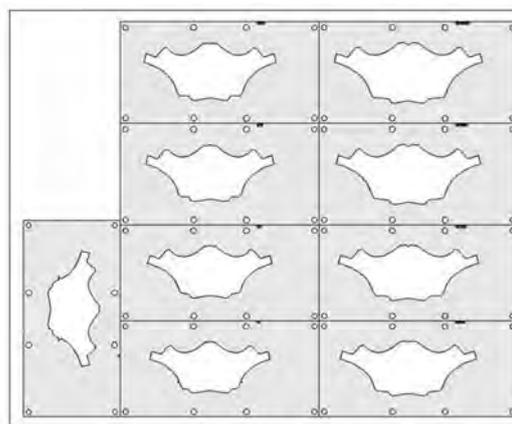


Рис. 6. Раскладка пластин технологической оснастки

## 14. ОСНАТКА ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО КОМПЛЕКСА

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Разработанная оснастка применяется для базирования деталей в рабочей площади лазерного комплекса. Оснастка для лазерного комплекса состоит из двух пластин и включает в себя отверстия для базирования в рабочем поле и ориентирующие отверстия. Пластины оснастки изготавливаются из обувного картона на режущем плоттере. Разработанная система базирования позволяет использовать оснастку многократно.

В заводском исполнении рабочий стол не имеет элементов, с помощью которых возможно базирование кассеты. Поэтому конструкция рабочего стола была дополнена базирующими элементами. Конструкция модернизированного стола изображена на рис. 1. В модернизированном столе на сотовой пластине 1 закреплены пластинки 2, 4, 5 с базирующими элементами 7. На угловых пластинках 2 и 5 установлено по одному базирующему элементу 7. На средней пластинке 4 установлены два базирующих элемента 7.

Для покрытия всего рабочего поля кассетой для ее изготовления использованы две универсальные пластины с размерами 600×600 мм. Расположение базирующих элементов на рабочем столе позволяет каждую пластину установить на три базирующих элемента. Размеры пластины соответствуют половине рабочего поля данного лазерного комплекса. Размеры пластин должны быть кратны рабочему полю оборудования. Для лазерных комплексов с рабочим полем 1200×1200 нужно использовать четыре универсальные пластины.

На рис. 2 изображена универсальная пластина 1 технологической оснастки с базирующими отверстиями 2 и меткой 3, предназначенными для базирования и правильной ориентации пластины при многократном использовании на рабочем столе лазерного комплекса. Универсальная пластина изготавливается из обувного картона на режущем плоттере.

В зависимости от размеров обрабатываемых деталей, объема выпуска изделий, технологического процесса обработки на лазерном комплексе может использоваться в качестве технологической оснастки одна универсальная пластина, изображенная на рис. 2, или кассета, состоящая из двух универсальных пластин, изображенная на рис. 3.

На рис. 3 изображена оснастка, состоящая из двух универсальных пластин: левой 1.1 и правой 1.2. Пластины склеены между собой скотчем 2, который позволяет сложить кассету пополам для удобства ее хранения.

После установки технологической оснастки на лазерном комплексе выполняется разметка контуров деталей, которые будут обрабатываться; наносится номер модели и размеры деталей. Технологическая оснастка изготавливается

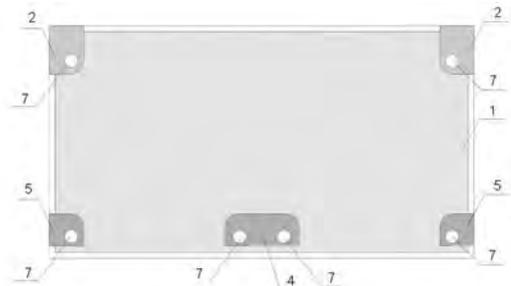


Рис. 1. Модернизированный стол для укладки заготовок с базирующими элементами:

- 1 — сотовый стол;
- 2,4,5 — накладки на сотовый стол;
- 7 — базирующие элементы.

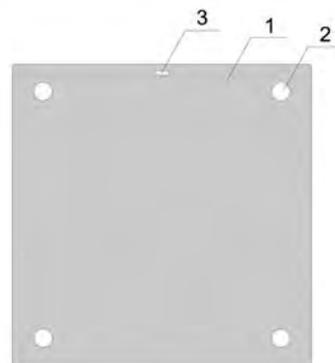


Рис. 2. Универсальная пластина технологической оснастки для лазерного комплекса:

- 1 — пластина;
- 2 — базирующие отверстия;
- 3 — ориентирующие отверстие.

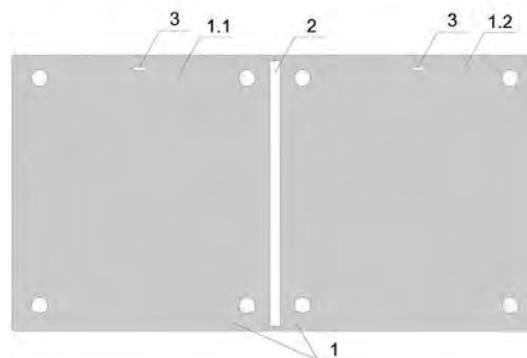


Рис. 3. Технологическая оснастка для лазерного комплекса:

- 1 — оснастка в сборе;
- 1.1 — левая пластина;
- 1.2 — правая пластина;
- 2 — соединительная лента;
- 3 — ориентирующие отверстие

в двух экземплярах для обеспечения совмещения операции размещения деталей на пластинах кассеты и технологической операции обработки на лазерном комплексе.

На рис. 4 изображены детали заготовки верха обуви с лазерной перфорацией, которая изготовлена с помощью разработанной оснастки.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Разработанная конструкция оснастки является уникальной и отличается от аналогов следующим: наличием системы базирования, многоразовым использованием, возможностью складывания для хранения.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Рост производительности труда в среднем на 30–40 %.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Разработка внедрена в производство.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Продукт защищен в соответствии с законодательством Республики Беларусь об авторском праве.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Обувные фабрики в Республике Беларусь и зарубежных стран.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Бувевич Артур Эдуардович, доцент кафедры «Инженерная физика» ВГУ имени П. М. Машерова;  
Беляев Максим Сергеевич, студент ВГУ имени П. М. Машерова;  
Петров Денис Андреевич, студент ВГУ имени П. М. Машерова.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: arturby@gmail.com

Тел.: (+375 29) 399 10 92



Рис. 4. Перфорация деталей заготовки верха обуви, изготовленная с помощью разработанной оснастки

## 15. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ УСЕЧЕННОЙ ЧЕТЫРЕХГРАННОЙ ПИРАМИДЫ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Разработанная интегрированная система автоматизированного проектирования (САПР) позволяет расширить возможности используемых на предприятии САПР.

САПР развертки поверхности усеченной четырехгранной пирамиды является программным средством, позволяющим в автоматизированном режиме построить развертку поверхности усеченной четырехгранной пирамиды с делением развертки по большой стороне произвольной секущей плоскостью. САПР позволяет обеспечить интеграцию данных развертки поверхности усеченной четырехгранной пирамиды в действующую на предприятии САПР; повысить производительность



Рис. 1. Значок для запуска программы CAM\_by.exe

труда, улучшить условия труда и расширить ассортимент выпускаемой продукции.

Окно программы «САПР развертки пирамиды», изображенное на рис. 1, подобно САПР «Профиль Мастер» РМ2000. Окно программы «САПР развертки пирамиды» разделено на две области. Панель ввода данных об усеченной пирамиде — правая часть окна и панель графического отображения — левая часть окна. Левая панель отображает проекционные виды усеченной четырехгранной пирамиды с буквенным указанием основных параметров. Изображение статично, что позволяет пользователю четко представлять значение каждого из параметров.

В качестве переменных параметров (вводимых данных) используются следующие параметры усеченной пирамиды: длина и ширина основания, длина и ширина поверхности сечения, высота пирамиды, величины смещения поверхности сечения от основания (2 переменных параметра), припуски на сборку пирамиды и припуски для присоединения внешних изделий (3 переменных параметра). Всего в программе используется 12 переменных параметров, полностью описывающих усеченную четырехгранную пирамиду. Все 12 параметров представлены как на левой, так и на правой панелях. Язык сообщений и комментариев программы — русский. Размер и цвет шрифта 14 пт. Такой размер шрифта должен быть достаточным для работы в условиях цеха при слабой и неравномерной освещенности. Надежность работы программного обеспечения обеспечивается технологией защиты от неверного ввода значений и обращению к несуществующим данным, а также надежностью работы операционной системы, установленной на предприятии.

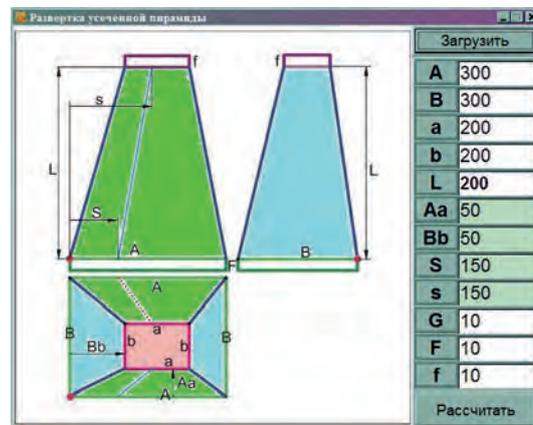


Рис. 2. Окно программы «САПР развертки пирамиды» с введенными данными

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

САПР развертки поверхности усеченной четырехгранной пирамиды позволяет обеспечить интеграцию данных развертки поверхности усеченной четырехгранной пирамиды в действующую на предприятии САПР; повысить производительность труда, улучшить условия труда и расширить ассортимент выпускаемой продукции.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Рост производительности труда при проектировании развертки силами инженерно-технических работников в 10 раз. Рост производительности труда в среднем на 10–20 % при сборке развертки в тело.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Разработка внедрена в производство.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Продукт защищен в соответствии с законодательством Республики Беларусь об авторском праве.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

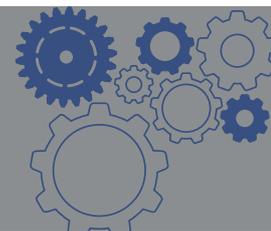
Предприятия Республики Беларусь и зарубежных стран, которые нуждаются в расширении функциональных возможностей, действующих на предприятии САПР.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Бувич Артур Эдуардович, доцент кафедры «Инженерная физика» ВГУ имени П. М. Машерова;  
Бендикова Ксения Олеговна, студентка ВГУ имени П. М. Машерова;  
Симаков Андрей Сергеевич, студент ВГУ имени П. М. Машерова.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: arturby@gmail.com  
Тел.: (+375 29) 399 10 92



## VII. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ЯНКИ КУПАЛЫ»

### 16. НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ СОСТАВЫ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Смазочные композиционные материалы в конструкциях узлов трения машин, механизмов, технологического оборудования выполняют функцию электропроводящего компонента в сочетании с противоизносным компонентом, обеспечивая формирование разделительных пленок между подвижными элементами трибосистемы, уменьшающих вероятность взаимодействия микронеровностей и образования частиц изнашивания вследствие адгезионных, деформационных и усталостных процессов.

Сущность технического решения заявленного проекта заключается в получении наноразмерных металлических частиц непосредственно в среде смазочной композиции путём реализации эффекта адсорбционного взаимодействия компонентов непосредственно в момент образования из металлсодержащего соединения (*in statu nascendi*). Технология получения нанокomпозиционных электропроводных смазочных составов позволяет получать композиции, содержащие металлические, металлополимерные и металлуглеродные наночастицы, которые обеспечивают необходимый механизм формирования разделительного слоя в узле трения с заданным уровнем токопрохождения.

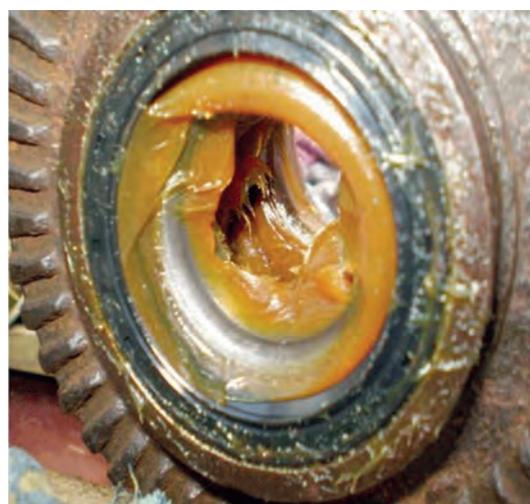
При применении наночастиц высокопроводных металлов со сферическим габитусом обеспечивается не только проводимость контакта, близкая к металлической, но и высокая износостойкость трибосоприжения вследствие формирования разделительного легкоподвижного слоя с высокой устойчивостью к многоцикловому передеформированию без разрушения и знакопеременному переносу. Такие разделительные слои обеспечивают синергические сочетания параметров триботехнических и электрофизических характеристик.

При применении наночастиц высокопроводных металлов со сферическим габитусом обеспечивается не только проводимость контакта, близкая к металлической, но и высокая износостойкость трибосоприжения вследствие формирования разделительного легкоподвижного слоя с высокой устойчивостью к многоцикловому передеформированию без разрушения и знакопеременному переносу. Такие разделительные слои обеспечивают синергические сочетания параметров триботехнических и электрофизических характеристик.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Важной особенностью эффективности смазочных составов является высокая электропроводимость в сочетании с формированием разделительных слоёв со способностью к многократному передеформированию без разрушения и знакопеременному переносу в процессе эксплуатации трибосистемы без потери триботехнических характеристик, в том числе при экстремальных нагрузках, скоростях скольжения, знакопеременном характере движения (возвратно-поступательном), в режиме пуска и остановки (режим «старт — стоп»).

При использовании металлополимерных наночастиц в качестве функционального модификатора реализуется эффект противоизносного действия в условиях коррозионно-механического изнашивания вследствие реализации обратимого фазового перехода «металл — металлсодержащее соединение». Данный переход повышает износостойкость тяжело нагруженного узла трения не менее чем в 3–5 раз по сравнению с узлом, смазанным эффективной пластичной смазкой типа «Литол», «Циатим», «Итмол» и др.



Практическое применение





Практическое применение

### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

В ходе реализации проекта будут созданы научные принципы получения нанокomпозиционных смазочных материалов для тяжело нагруженных узлов трения, в том числе эксплуатируемых при наложении электрических полей при одновременном и реверсивном характере движения элементов трибосистемы.

### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа.

### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

Составы нанокomпозиционных электропроводных смазочных материалов содержат ноу-хау и могут быть запатентованы заказчиком для обеспечения своего приоритета и защиты рынка реализации.

### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Разработанные составы нанокomпозиционных пластичных смазок целесообразно использовать в машиностроении, электротранспорте, энергетике и химической промышленности для повышения ресурса узлов трения, эксплуатируемых в экстремальных условиях.

Особой областью применения наносмазок являются скользящие электрические контакты, применяемые в электрических машинах, городском и железнодорожном электрическом транспорте и при эксплуатации скользящих разъемов в электротехническом оборудовании различного конструктивного исполнения.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

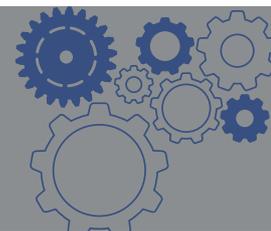
Струк Василий Александрович, доктор технических наук, профессор;

Антонов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент.

### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: antonov.science@gmail.com

Тел.: (+375 29) 265 99 36



## VIII. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ»

### 17. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СКЛЕЙКИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Разработана технология высокотемпературной склейки (1200 °С) пластин монокристаллического кремния. Склейка осуществлялась с использованием состава на основе диоксида кремния, который наносился на соединяемые поверхности методом пульверизации.

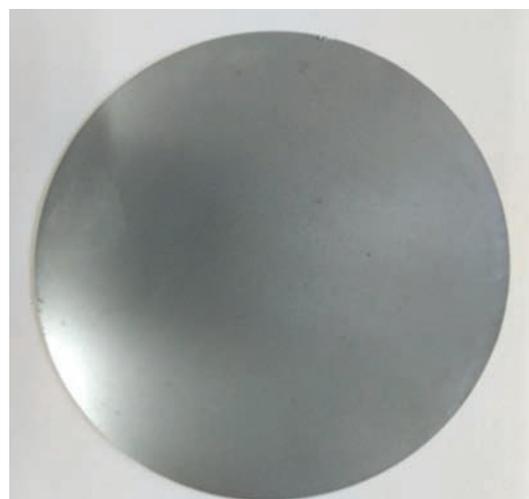
#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Основу ряда микроэлектромеханических систем составляет двухслойный пакет пластин кремний — стекло, полученный методом анодной сварки (anodic bonding). Наиболее распространен вариант сварки по всей поверхности пластин толщиной 0,3–3,0 мм, диаметром от 30 до 150 мм. В объемах приваренных кремниевой и стеклянной пластин в пределах единичных элементов заданной формы и размеров (несколько миллиметров) формируются соответствующие структуры. В дальнейшем производится разделительная резка на отдельные элементы. Сущность процесса анодной сварки заключается в сжатии пластин из кремния и стекла, их нагрев до температуры 200–550 °С и приложения электрического напряжения 200–2000 В постоянного тока (так называемое анодное напряжение).

При нагреве происходит расщепление оксидов натрия в стекле, под воздействием электрического поля, положительно заряженные ионы щелочных металлов перемещаются от границы соприкосновения с пластиной кремния, тем самым оставляя на границе слой, обогащенный кислородом, который вступает в реакцию с кремнием, окисляя его и формируя неразъемный слой. Основным недостатком анодной сварки — это необходимость дорогостоящего технологического оборудования при использовании, дополнительного оборудования для пластин с Al металлизацией и в случае интеграции разнородных материалов, а также высочайшие требования к геометрии склеиваемых пластин.

Для создания стабильного соединения пластин различных материалов нами предлагается использовать легкоплавкую стеклообразную композицию, формируемую золь-гель-методом. При этом минимизируется влияние разницы в температурных коэффициентах линейного расширения соединяемых материалов и промежуточного слоя. Известно, что эта разница не должна превышать  $1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Иначе индуцированные нагревом/охлаждением механические напряжения приводят к растрескиванию соединенных пластин, нарушению герметичности такого соединения и его электрических свойств.

Стоимость одного литра водной суспензии диоксида кремния — 20 долл. США (для соединения пары пластин используется 20 мл готовой суспензии), что значительно дешевле аналогов.



Склейка пластин монокристаллического кремния



#### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Данная технология может быть использована для получения структур КНИ (кремний на изоляторе) и технологии производства интегральных микросхем.

#### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выполнена научно-исследовательская работа.

#### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

В презентуемой технологии заинтересованы предприятия электронной промышленности: АО «Группа Кремний Эл» (г. Брянск, Россия), АО «Русал Кремний Урал» (Свердловская область), АО «Солар кремниевые технологии» (г. Подольск).

#### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Гайшун Владимир Евгеньевич, заведующий кафедрой оптики, кандидат физико-математических наук, доцент.

#### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: vgaishun@gsu.by

Тел.: (+375 232) 50 38 22



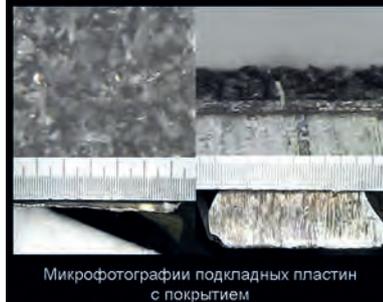
## IX. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. О. СУХОГО»



Металлорежущие инструменты



Образцы с композиционным покрытием,  
наполненным порошком из карбида кремния  
разной зернистости



Микрофотографии подкладных пластин  
с покрытием

Фрикционные демпфирующие композиционные материалы

### 18. ПРОГРЕССИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ И МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Предлагаются способы обработки сложных поверхностей на основе разработанных схем формообразования и срезания припуска. Разработаны конструкции сборного прогрессивного металлорежущего инструмента, в том числе механизированного. Разработаны фрикционные демпфирующие композиционные материалы и покрытия на полимерной и металлической основах с абразивосодержащими наполнителями, которые использовались в качестве тонких демпфирующих покрытий на базовые поверхности сборных режущих инструментов и обеспечивали повышение износостойкости и прочности.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Компоненты материалов дешевые и не требуют переработки. Повышают виброустойчивость сборных механических соединений и надежность разъемных и неразъемных соединений в 1,4 раза. Предлагаемые конструкции инструментов обеспечивают повышение производительности сложных поверхностей до пяти раз и надежность до двух раз.

#### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Повышение производительности обработки, прочности, виброустойчивости и надежности инструментов.

#### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Получены и испытаны сборные механизированные инструменты, составы фрикционных демпфирующих композиционных материалов и покрытий с внедрением в производство.

#### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Получены патенты на изобретения: № 12660 «Композиционный материал для покрытия контактных поверхностей сборного режущего инструмента», № 7400 «Полимерная фрикционная композиция», № 19834 «Композиционный материал для пайки», № 20039 «Сборное сверло», № 16537 «Сборная торцовая фреза».

#### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Машиностроительные предприятия Республики Беларусь и Российской Федерации.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Михайлов Михаил Иванович, заведующий кафедрой «Робототехнические системы», доктор технических наук, профессор.

#### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: mihailov@gstu.by

Тел.: (+375 232) 29 01 04

# Х. УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»



## 19. ГИДРОФОБНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

На состояние автомобильных дорог оказывают влияние:

- транспортные нагрузки;
- погоднo-климатические факторы.

Наиболее неблагоприятное воздействие производит умеренно континентальный климат с атлантическими циклонами (влажная зима, частые перепады температуры). При этом повышение влагосодержания асфальтобетона и значительное количество переходов температуры через 0 °С приводит к увеличению разрушающего воздействия на покрытие

Почему происходит разрушение дорожных покрытий?

Старение битумных вяжущих, а также воздействие воды, проникающей в поры материала, в том числе и в пустоты молекулярной решетки битума, приводит к отслаиванию вяжущего от поверхности щебня. При этом происходит гидратация объемного битума и разрушение полярных связей в структуре асфальтобетона. Такие деструктивные процессы, а также воздействие колес транспортных средств, обуславливают трещинообразование и вынос из поверхностного слоя мелких частиц материала. В последствии это приводит к интенсификации процесса разрушения и появлению ямочности на покрытии.

Повышение качества и долговечности дорожных покрытий может быть достигнуто

При распределении гидрофобного состава для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, позволяющего:

- создать на поверхности, а также в трещинах и порах асфальтобетонных покрытий защитного водоотталкивающего слоя;
- снизить водонасыщение материала покрытия;
- повысить морозостойкость материала покрытия;
- повысить коэффициент сцепления с колесами транспортных средств;
- расширить область применения отходов нефтяной промышленности, а также образующихся в сфере производства и потребления.

Для достижения поставленных целей гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог включает в себя:

- нефтешлам (отходы переработки нефти), содержащий каучук — 50–80 %;
- органический растворитель — 5–7 %;
- минеральный наполнитель — 8–16 %;
- гидрофобизатор — 7–27 %.

Распределение состава по покрытию автомобильной дороги производится автогудронатором.

### Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик асфальтобетона

Показатель	Чистый асфальтобетон	Обработанный асфальтобетон
Водопоглощение, %	0,02	0,008–0,012
Коэфф. морозостойкости	0,84	0,94–0,96
Коэфф. сцепления	0,52	0,54–0,56

## Стоимость материалов для обработки дорожного покрытия

Наименование	Поверхностная обработка покрытия		Обработка профилактическим составом	
	Потребность	Стоимость	Потребность	Стоимость
Щебень фракции 10–15 мм	11,5 кг/м <sup>2</sup>	10,0 долл. США/т	–	–
Эмульсия битумная катионная	0,85 л/м <sup>2</sup>	325,0 долл. США/т	–	–
Отходы переработки нефти	–	–	0,52 л/м <sup>2</sup>	10,0 долл. США/т
Органический растворитель	–	–	0,05 л/м <sup>2</sup>	660,0 долл. США/т
Минеральный наполнитель	–	–	0,15 кг/м <sup>2</sup>	20,0 долл. США/т
Гидрофобизатор	–	–	0,03 л/м <sup>2</sup>	3300,0 долл. США/т
Общие затраты на материалы	0,39 долл. США/м <sup>2</sup>		0,14 долл. США/м <sup>2</sup>	

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Сегодня в Республике Беларусь выполняются следующие защитные покрытия: поверхностная обработка, представляющая собой распределение вяжущего и щебня по поверхности автомобильной дороги согласно РД 0219.1.07-2002, укладка холодной литой асфальтобетонной смеси согласно СТБ 2036, устройство тонкослойного асфальтобетонного покрытия по технологии «Новачип» в соответствии с РД 0219.1.09-99. Наиболее распространенной является поверхностная обработка, использующая кубовидный щебень фракции 5–10 и 10–15 мм и битумную эмульсию в качестве вяжущего, которая выполняется в объемах около 1500 км в каждой области страны. Основными недостатками данных технологий являются чувствительность к внешним факторам (в частности невозможность производства работ при температуре ниже +5 °С), длительный срок ограничения движения по свежеложенному слою, высокая стоимость работ.

В таблицах представлено сравнение стоимости применяемых материалов и качественное сравнение технологических процессов предлагаемой профилактической обработки и наиболее распространенной поверхностной обработки, выполняемой согласно РД 0219.1.07-2002.

### Сравнительная стоимость материалов для устройства поверхностной обработки дорожного покрытия

Наименование	Поверхностная обработка покрытия по РД 0219.1.07-2002		Профилактическая обработка предлагаемым способом	
	Потребность	Стоимость	Потребность	Стоимость
Щебень фракции 10–15 мм	11,5 кг/м <sup>2</sup>	15,97 руб./т (согласно ценам РУП «Гранит»)	–	–
Эмульсия битумная катионная ЭБК-Б-65	0,85 л/м <sup>2</sup>	519,25 руб./т (согласно ценам ОАО «Мозырский НПЗ»)	–	–
Отходы нефтепереработки	–	–	0,67 л/м <sup>2</sup>	–
Органический растворитель (керосин)	–	–	0,15 л/м <sup>2</sup>	1125,98 руб./т (согласно ценам ОАО «Мозырский НПЗ»)
Гидрофобизатор (поверхностно активная добавка)	–	–	0,03 л/м <sup>2</sup>	5000 руб./т
Общие затраты на материалы	0,63 руб/м <sup>2</sup>		0,32 руб/м <sup>2</sup>	

### Сравнительная характеристика технологических процессов, осуществляемых при распределении профилактического состава на поверхность автомобильной дороги

Наименование технологических процессов	Поверхностная обработка покрытия по РД 0219.1.07-2002	Профилактическая обработка предлагаемым способом
Очистка ремонтируемой поверхности от пыли и грязи	+	+
Распределение вяжущего	+	+
Распределение щебня	+	–
Уплотнение уложенного слоя	+	–
Уборка незакрепившегося щебня	+	–



Таким образом, стоимость материалов для профилактической обработки предлагаемым гидрофобным составом ниже, чем у традиционного способа в два раза.

### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Реализация проекта способствует решению проблем ресурсосбережения и охраны окружающей среды, поскольку продукция, планируемая к освоению (состав гидрофобный профилактический), производится посредством переработки производственных отходов, в частности отходов нефтепереработки. Кроме того, профилактическая обработка асфальтобетонного покрытия разработанным составом позволяет продлить в 1,5 раза его срок службы, а также повысить на 10 % коэффициент сцепления с колесами транспортных средств. Годовой экономический эффект при обработке 1 км автомобильной дороги IV технической категории составляет 6,52 тыс. долл. США. При обработке 100 км — 652,4 тыс. США, что соответствует сроку окупаемости оборудования для получения профилактического состава 0,7 года, или один строительный сезон.

### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Внедрение в дорожно-строительных организациях.

### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

Разработка защищена четырьмя патентами Республики Беларусь:

1. Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог: заявка № а20180114: МПК7 Е 01С 14/24 / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич — № а20180114; заявл. 23.03.2018.

2. Универсальная машина для ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог: патент 7817 Респ. Беларусь, МПК7 Е01С 23/09 / Д. И. Бочкарев; заявитель Д. И. Бочкарев — № а20020802; заявл. 09.10.2002; опубл. 28.02.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2006. — № 1. — С. 110.

3. Универсальное устройство для транспортирования, приготовления и распределения многокомпонентных жидких дорожно-строительных материалов: Патент 1355 Респ. Беларусь, МПК Е01С 19/00 / Д. И. очкарев; заявитель Д. И. Бочкарев — № u20030391; заявл. 11.09.2003; опубл. 30.06.2004 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2004. — № 2. — С. 281–282.

4. Универсальный распределитель минеральных материалов: Патент 1524 Респ. Беларусь, МПК Е01С 19/00 / Д. И. Бочкарев; заявитель Д. И. Бочкарев — № u20030445; заявл. 21.10.2003; опубл. 30.09.2004 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2004. — № 3. — С. 238–239.

### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Организации и предприятия, обслуживающие сеть местных (областных) автомобильных дорог: КПРСУП «Минскоблдорстрой», КПРСУП «Гомельоблдорстрой», КПРСУП «Брестоблдорстрой», КПРСУП «Гроднооблдорстрой», КПРСУП «Витебскоблдорстрой», КПРСУП «Могилевооблдорстрой»; организации Министерства транспорта и коммуникаций, обслуживающие сеть республиканских автомобильных дорог; организации и предприятия коммунального хозяйства, обслуживающие городские дорожные сети (улицы).

### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Бочкарев Дмитрий Игоревич, декан строительного факультета, кандидат технических наук, доцент.

### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: bochk\_dmitr@mail.ru

Тел.: (+375 44) 789 50 28

### 20. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННОГО ЩЕБНЯ ИЗ ГРАНИТНЫХ ПОРОД ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Практика применения в дорожном строительстве асфальтобетонов, цементобетонов и эмульсионно-минеральных смесей, полученных на традиционных материалах, показывает их невысокую долговечность, главным образом вследствие низкой коррозионной устойчивости. Это объясняется наличием дефектов в структуре этих материалов, концентрирующихся в зоне контакта минеральных материалов с вяжущими веществами. Модифицирование поверхности щебня и песка из отсевов дробления активирующими составами позволяет устранить этот недостаток и существенно повысить качественные показатели указанных дорожно-строительных материалов.

В настоящее время разработан способ химического модифицирования поверхности гранитных материалов, применяемых для производства цементобетона, солями поливалентных металлов, что позволяет наладить выпуск активированного щебня. При модифицировании гранита ионами поливалентных металлов, таких как  $Al_{+3}$ ,  $Cr_{+3}$ ,  $Fe_{+3}$ ,  $Ti_{+4}$ , имеющими ионный радиус, равный  $0,77 \text{ \AA}$  для  $Al_{+3}$  и  $0,64 \text{ \AA}$  для  $Cr_{+3}$  и обладающими энергией взаимодействия с кварцем, равной  $0,715$  и  $0,392 \text{ эВ}$  соответственно, можно заармировать зону контакта с цементным клеем на глубину  $1\text{--}2 \text{ нм}$ . При этом предотвращается расклинивающее действие воды, обладающей более низкой энергией взаимодействия с модифицированной поверхностью ( $0,094$  и  $0,108 \text{ эВ}$  соответственно). Прочность бетона при этом можно увеличить в среднем на  $40\text{--}50 \%$ , а морозостойкость — на  $30\text{--}35 \%$ .

Эффективное усиление адгезионного взаимодействия в системе «минеральный материал — органическое вяжущее» эмульсионно-минеральных смесей возможно посредством обработки щебня водными растворами анионных ПАВ, действие которых приводит к возникновению на активированной поверхности электронодонорных центров, способствующих появлению отрицательных зарядов, взаимодействующих с положительными зарядами молекул катионной битумной эмульсии с образованием прочных адгезионных связей и, как следствие, улучшению физико-механических характеристик композиционной эмульсионно-минеральной смеси, предел прочности при сжатии которой увеличивается в  $1,4\text{--}1,5$ , модуль остаточной (пластической) деформации при разрушении — в  $1,15\text{--}1,2$  раза, а водонасыщение снижается в  $1,3\text{--}1,4$  раза.

Активированная поверхность гранита способна адсорбировать соединения битума, включающие гидроксильные ( $-\text{OH}$ ), карбонильные ( $=\text{C}=\text{O}$ ), карбоксильные ( $-\text{COOH}$ ) и сложноэфирные ( $-\text{COOR}$ ) группы, а также ароматические полициклические структуры, имеющие азот и серу с неподеленными электронными парами, которые могут являться донорами электронов. Асфальтобетон на основе минеральных материалов с активированной поверхностью имеет на  $30\text{--}40 \%$  более высокий коэффициент длительной водостойкости в растворе противогололедных материалов в сравнении с традиционным. Снижение прочности асфальтобетона при переменном замораживании-оттаивании замедляется в  $1,4$  раза.

Цель проекта заключается в организации производства активированного щебня из гранитных пород для дорожно-строительных материалов с повышенной долговечностью, реализация которого возможна при активации вновь образованной поверхности гранитного минерального материала непосредственно в процессе его дробления в центробежно-ударной дробилке (одновременно с этим также возможно снижение запыленности воздушной среды в зоне работы дробилки), а также при мойке щебня.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Применение активированного гранитного щебня позволяет увеличить прочность дорожного бетона на  $40\text{--}50 \%$ , а морозостойкость — на  $30\text{--}35 \%$ . Предел прочности при сжатии эмульсионно-минеральной смеси увеличивается в  $1,4\text{--}1,5$ , модуль остаточной (пластической) деформации при разрушении — в  $1,15\text{--}1,2$  раза, а водонасыщение снижается в  $1,3\text{--}1,4$  раза. Асфальтобетон на основе минеральных материалов с активированной поверхностью имеет на  $30\text{--}40 \%$  более высокий коэффициент длительной водостойкости в растворе противогололедных материалов в сравнении с традиционным. Снижение прочности асфальтобетона при переменном замораживании-оттаивании замедляется в  $1,4$  раза.

### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Капитальный ремонт покрытия, при производстве которого использована асфальтобетонная смесь с активированными минеральными материалами, необходимо выполнить через 7,6 лет, что при существующем межремонтном сроке 5 лет позволяет прогнозировать повышение долговечности покрытия в 1,5 раза. Расчет по аналогичной методике для эмульсионно-минеральной смеси с активированными минеральными материалами показывает, что прогнозируемое повышение долговечности покрытия составляет 1,66 раза.

### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа; выпущена опытная партия.

### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

Разработка защищена пятью патентами Республики Беларусь:

1. Модифицированная горячая асфальтобетонная смесь: Патент 12694 Респ. Беларусь МПК7 C04B 26/26 / В. М. Шаповалов, Д. И. Бочкарев, А. В. Дубровский, А. П. Нечитайло, Г. А. Зимелихин, А. А. Гомолко; заявитель ИММС НАН Беларуси — № а20050420; заявл. 26.04.2005; опубл. 30.12.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2006. — № 6. — С. 14.

2. Способ ремонта дорожного асфальтобетонного покрытия и устройство для его осуществления: Патент 12995 Респ. Беларусь, МПК7 E01C 23/00 / Д. И. Бочкарев, Я. Н. Ковалев, А. Ю. Игошкина; заявитель Бел. гос. ун-т транспорта — № а20061165; заявл. 23.11.2006; опубл. 30.06.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2008. — № 3. — С. 226–227.

3. Модифицированная горячая асфальтобетонная смесь: Патент 15802 Респ. Беларусь, МПК7 C04B 26/26; E01C 7/00 / Д. И. Бочкарев, В. М. Шаповалов, Е. М. Лапшина; заявитель ИММС НАН Беларуси — № а20091899; заявл. 30.12.2009, опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2011. — № 3. — С. 27.

4. Способ получения эмульсионно-минеральной смеси: Патент 14869 Респ. Беларусь, МПК7 E01C 7/10; C04L 95/00; / Д. И. Бочкарев, В. М. Шаповалов, Е. М. Лапшина; заявитель ИММС НАН Беларуси — № а20091358; заявл. 21.09.2009, опубл. 30.04.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2011. — № 2. — С. 36.

5. Центробежно-ударная дробилка: Патент 17495 Респ. Беларусь МПК7 B02C 13/00 / Д. И. Бочкарев, В. М. Шаповалов; заявитель ИММС НАН Беларуси — № а20101347; заявл. 17.09.2010, опубл. 30.04.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2012. — № 2. — С. 83.

### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Организации и предприятия, обслуживающие сеть местных (областных) автомобильных дорог: КПРСУП «Минскоблдорстрой», КПРСУП «Гомельоблдорстрой», КПРСУП «Брестоблдорстрой», КПРСУП «Гроднооблдорстрой», КПРСУП «Витебскоблдорстрой», КПРСУП «Могилевооблдорстрой»; организации Министерства транспорта и коммуникаций, обслуживающие сеть республиканских автомобильных дорог; организации и предприятия коммунального хозяйства, обслуживающие городские дорожные сети (улицы).

### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Бочкарев Дмитрий Игоревич, декан строительного факультета, кандидат технических наук, доцент.

### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: bochk\_dmitr@mail.ru

Тел.: (+375 44) 789 50 28

## 21. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА НА КОМБИНИРОВАННОМ ХОДУ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Создана многофункциональная техника для поездных и маневровых работ, круглогодичного содержания дорог, выполнения погрузочно-разгрузочных работ, благоустройства территорий, обслуживания мостовых и тоннельных сооружений на автомобильных и железнодорожных коммуникациях, а также ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций различного характера посредством установки комбинированного рельсокошечного хода на энергонасыщенные автомобильные и специальные шасси.

Проведенные испытания показали высокий тяговый потенциал локомотивов на шасси МАЗ-6312, МТЗ-82, МТЗ-1221, МТЗ-1523 и широкие технологические возможности универсальной путевой машины на шасси УАЗ, TOYOTA, IVECO, Ш-446 «Беларус» при соответствии требованиям действующих нормативных документов в области безопасности движения и производства работ, а также конкурентоспособной цене и возможности быстрого освоения производства.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

В реальном секторе экономики Республики Беларусь и стран СНГ свыше 75 % предприятий различных отраслей промышленности и агропромышленного комплекса имеют объем перевозок, ограниченный вагонопотоком в несколько вагонов в сутки. Применяемые в этих условиях традиционные транспортные технологии с использованием маневровых тепловозов серий ТГК, ТГМ, ТЭМ, ЧМЭ и т. д. мощностью до 1500 л. с. и сцепной массой до 130 т приводят к весьма высоким затратам в составе которых преобладают (до 70 %) затраты на энергоресурсы. Основной причиной данного положения является неэффективное использование тепловозов по мощности (до 20–25 %) и по времени (до 20 %). Снижение затрат в данной области возможно посредством замены маневровых локомотивов многофункциональными транспортными средствами на комбинированном рельсо-пневмокошечном ходу, которые могут осуществлять поездные и маневровые работы с составами массой до 1000 т, не требуя наличия специализированной инфраструктуры для эксплуатации (депо) и имея значительно меньшую стоимость.

Одновременно с этим в ряде организаций и структур, к которым относятся транспортные войска Вооруженных сил Республики Беларусь, Министерство по чрезвычайным ситуациям, метрополитен, трамвайное хозяйство и т. д., существует необходимость в наличии многофункциональной специализированной техники для круглогодичного содержания дорог, выполнения погрузочно-разгрузочных работ, благоустройства территорий, обслуживания мостовых и тоннельных сооружений, как на автомобильных, так и железнодорожных коммуникациях. Решение данной задачи также возможно посредством оснащения пневмокошечной энергонасыщенной техники механизмами комбинированного рельсо-пневмокошечного хода и установки широкого спектра сменного рабочего оборудования.



Универсальная путевая машина

Проведенные испытания показали, что локомотивы на шасси МАЗ-6312 способны работать с максимальной массой поезда до 1000 т (количество вагонов — до 12). Номинальное количество вагонов при скорости движения до 40 км/ч составляет 4–5 единиц, при этом расход топлива составляет 20 л/маш.-ч против 180 л/маш.-ч — у локомотива типа ТЭМ, а стоимость 150 тыс. долл. США против 1,5 млн долл. США.



Машина-аналог — Unimog (Mercedes-Benz) — стоит от 500 тыс. евро. Машина-аналог производства УралАЗа (г. Миасс, Российская Федерация) стоит 200 тыс. долл. США.

Установка автосцепки, дополнительной пневмосистемы питания сжатым воздухом тормозов подвижного состава, комплексного локомотивного устройства безопасности (КЛУБ-УП) и средств поездной радиосвязи на шасси МАЗ-6312, оснащенное комбинированным ходом, позволяет осуществлять все виды маневровых работ в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации Белорусской железной дороги.

Установка дополнительного оборудования (крановая установка, гидроманипулятор, оснащаемый грейфером, захватом для замены шпал, щеткой; снегоочиститель; кузов-фургон и т. д.) позволяет обеспечить круглогодичное содержание дорог, выполнение погрузочно-разгрузочных работ, благоустройство территорий, обслуживание мостовых и тоннельных сооружений, как на автомобильных, так и железнодорожных коммуникациях, а также ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций различного характера.

Проведенные испытания показали, что разработанная универсальная путевая машина на шасси Ш-446 Минского тракторного завода способна производить маневровые работы с 2–3 единицами подвижного состава или выполнять в циклическом режиме работы по содержанию и ремонту пути. Сравнение машины с наиболее распространенной машиной для подъёмки и рихтовки пути ВПР-1200 (ВПР-02) показывает, что при производительности меньшей в 5,2 раза (125 м/ч против 650 м/ч), универсальная путевая машина расходует в 4 раза меньше топлива (10,5 л/маш.-ч против 40 л/маш.-ч) и имеет стоимость около 100 тыс. долл. США против 1,0 млн долл. США.

Установка автосцепки, снегоочистителя, дополнительной пневмосистемы питания сжатым воздухом тормозов подвижного состава, средств безопасности движения и поездной радиосвязи также позволяет осуществлять все виды маневровых работ в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации Белорусской железной дороги.

### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Рынок транспортных средств на комбинированном ходу включает в себя потребности Вооруженных сил Республики Беларусь, Министерства по чрезвычайным ситуациям, Белорусской железной дороги, метрополитена, трамвайного хозяйства, а также предприятий, имеющих подъездные пути и осуществляющих прием и отгрузку по железной дороге, строительство и эксплуатацию железнодорожных путей. В настоящее время для выполнения маневровых и технологических работ на железнодорожных путях на рынке предлагаются машины тяжелого типа, имеющие узкое функциональное назначение, что определяет их невысокий коэффициент использования при эксплуатации. Высокая стоимость данной техники и зависимость ее эксплуатации от наличия инфраструктуры (депо) определяет низкий объем продаж (несколько единиц путевой техники в год). Появление на рынке многофункциональных машин на базе автомобилей, имеющих низкую стоимость по сравнению с путевой техникой, простоту эксплуатации и высокий коэффициент использования может изменить рыночную ситуацию в пользу повышения спроса. Данный прогноз подтверждается ситуацией в Российской Федерации, где наблюдается производство аналогичной техники на ряде предприятий (Уралвагонзавод, УралАЗ), а также до недавнего времени закупка импортной техники общим количеством около 100 единиц в год. Зарубежный опыт подтверждает данную тенденцию: на железных дорогах стран ЕС и США выполнение путевых и маневровых работ небольших объемов выполняется подобной техникой.

### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа, выпущен опытный образец, разработка внедрена в производство.

### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

Разработка защищена патентами Республики Беларусь:

1. Снегоочиститель: пат. 4807 Респ. Беларусь, МПК7 E01H 5/00 / В. А. Довгяло, Д. И. Бочкарев, В. А. Ташбаев; заявитель Бел. гос. ун-т транспорта. — № u20070940; заявл. 29.12.2007; опубл. 04.08.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2008. — № 3. — С. 198.

2. Транспортное средство на комбинированном ходу: пат. 6397 Респ. Беларусь, МПК7 B01F 1/00 / Д. И. Бочкарев, В. А. Довгяло; заявитель Бел. гос. ун-т транспорта. — № u20091073; заявл. 18.12.2009; опубл. 15.04.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2010. — № 2. — С. 166.

3. Транспортное средство на комбинированном ходу: пат. 6769 Респ. Беларусь, МПК7 B01F 1/00 / В. А. Довгяло, Д. И. Бочкарев, В. А. Ташбаев; заявитель Бел. гос. ун-т транспорта. — № u20100203; заявл. 04.03.2010; опубл. 04.08.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2010. — № 3. — С. 172.

4. Транспортное средство на комбинированном ходу: пат. 9517 Респ. Беларусь: МПК7 B60F 1/04 / Д. И. Бочкарев, П. А. Крылов. — № u20130047; заявл. 15.01.2013; опубл. 03.06.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2013. — № 2. — С. 118.

5. Транспортное средство на комбинированном ходу: пат. 17275 Респ. Беларусь: МПК7 B60F 1/04 / Д. И. Бочкарев, В. А. Довгяло. — № a20101618; заявл. 12.11.2010; опубл. 27.03.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2013. — № 1. — С. 167.

### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Вооруженные Силы Республики Беларусь, Министерство по чрезвычайным ситуациям, Белорусская железная дорога, метрополитен, трамвайное хозяйство, а также предприятия, имеющие подъездные пути и осуществляющих прием и отгрузку по железной дороге, строительство и эксплуатацию железнодорожных путей.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Бочкарев Дмитрий Игоревич, декан строительного факультета, кандидат технических наук, доцент.

### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: bochk\_dmitr@mail.ru

Тел.: (+375 44) 789 50 28

# XI. ФИЛИАЛ БНТУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»



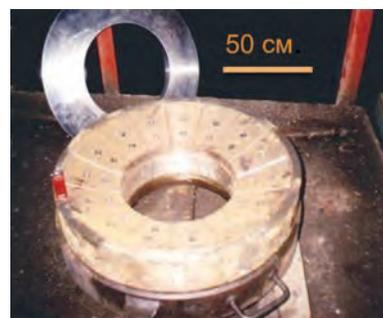
## 22. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ В КАЧЕСТВЕ ПОДПЯТНИКОВ ДРОБИЛОК ИЛИ СЕГМЕНТНЫХ ПОДШИПНИКОВ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

В НИИЛ ПТФ БНТУ разработаны металлические композиционные материалы с макронеоднородной структурой на основе матрицы из сплавов меди, армированные железистыми гранулами. Данный тип материалов применяется для тяжело нагруженных пар трения, применяемых в различных областях промышленности. Одним из основных преимуществ данного материала является возможность продолжительной работы в условиях запыленности, повышенной влажности и температур. Благодаря высоким эксплуатационным свойствам одним из основных наших заказчиков стало Министерство энергетики в лице ОАО «БелЭнергоРемНаладка» для ответственных деталей турбоагрегатов различного типа.



Свойства материала могут варьироваться исходя из требований заказчика с помощью подбора оптимального матричного состава. Кроме того, использование гранул чугуна в качестве армирующей фазы позволяет при последующей термообработке получить широкий спектр их микроструктур. Различная микроструктура армирующей фазы обеспечивала широкий диапазон физико-механических свойств и износостойкости. Анализ проведенных испытаний показал, что при удельном давлении 2,9 МПа образование надреза и схватывания между материалом образца и контртелом не наблюдалось во всем исследуемом диапазоне значений  $pV$  (до 78 МПа·м/с). При удельном давлении 7,6 МПа при достижении значения  $pV = 50$  МПа·м/с наблюдалось образование царапин на поверхности трения и осаждение образцов. При увеличении удельного давления до 10,7 МПа наблюдалось схватывание поверхностей трения и образование надрезов при значениях  $pV$  выше 43 МПа·м/с.



Температура эксплуатации — до 450 °С.

Способность работать в условиях запыленности и повышенной влажности.

Общий износ пары трения — не более 0,1 мм.

Коэффициент трения со смазкой — 0,04–0,06.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Преимуществом предлагаемых материалов является возможность изготовления изделия практически любой геометрической формы и размера, включая биметаллические. Например, могут быть изготовлены направляющие различного назначения, червячные колеса, втулки, подшипники скольжения и т. д. Необходимо отметить, что данный тип материалов может эксплуатироваться в ряде агрессивных сред, таких как высокая запыленность, высокие температуры или влажность и др., где использование аналогичных материалов не представляется возможным. Температура эксплуатации изделий из разработанных материалов — до 450 °С.



### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Увеличение сроков межремонтных интервалов, снижение себестоимости обслуживаемых узлов трения.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выпущен опытный образец.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Патент Республики Беларусь № 23257 «Способ изготовления композиционного материала с макрогетерогенной структурой». Калиниченко В. А., Калиниченко М. Л. 30.06.20 // Афіцыйны бюлетэнь // Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2020. — № 6.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Предприятия, использующие и производящие ремонт оборудования, имеющего в своей конструкции подшипники скольжения, работающие при высоком давлении.

### РУКОВОДИТЕЛИ РАЗРАБОТКИ

Калиниченко Владислав Александрович, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской инновационной лабораторией «Литейных технологий», кандидат технических наук, доцент.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: kvlad@bntu.by

Тел.: (+375 29) 760 39 45

## 23. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ПУСТОТЕЛЬХ ЗАМКНУТЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЕЙ СКЛЕИВАНИЯ, ПАЙКОЙ ИЛИ РОДСТВЕННЫМИ СПОСОБАМИ, И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫШЕУПОМЯНУТЫХ ИСПЫТАНИЙ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Новизна работы состоит в исследовании и разработке принципиально нового подхода для проведения разрушающего контроля пустотелых замкнутых клеенных соединений с использованием стандартного оборудования, усовершенствованного дополнительно предложенными приспособлениями.

Предложенная методика может быть использована для оценки прочностных свойств пустотелых замкнутых соединений, полученных технологией склеивания, пайкой или родственными способами практически любой формы (плоскостные и объемные), используемые во всех отраслях машиностроения, а также может быть использована в учебном процессе при подготовке специалистов машиностроительного и испытательного профиля, в том числе обучающихся по специальности сварки и родственных технологий.

Для реализации данного метода изготавливаются замкнутые модели (в том числе клеенные) в целях оценки восприятия гидравлических на-



Модель для проведения гидро-, и (или) пневматических испытаний

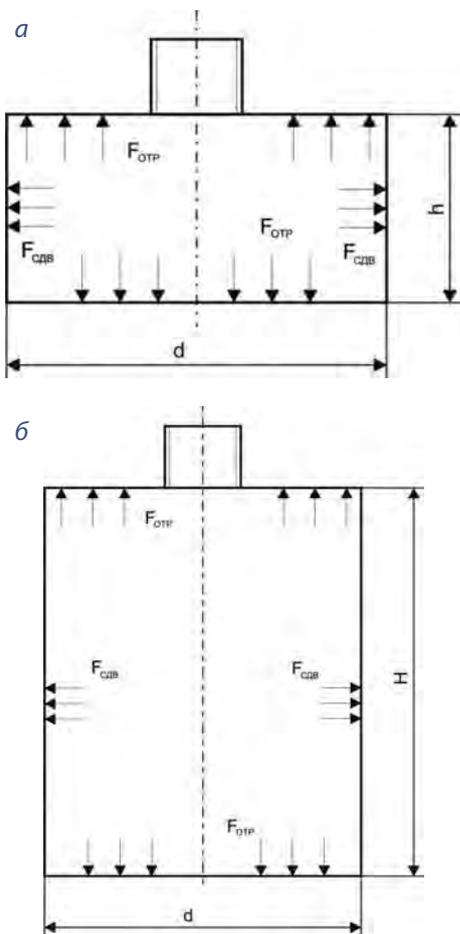


Рис. 1, а, б

грузок на условный сдвиг и отрыв с возможностью реализации динамических и статических испытаний. Высота модели для работы в разрывных деформациях по отношению  $h \times d$  (рис. 1, а, б), должна составлять соотношение как минимум  $1 \times 2$ , а для сдвиговых  $H \times d$  как  $2 \times 1$ . Возможны и другие соотношения сил. Например, для выравнивания сил  $H \times d$  должно составлять  $1 \times 1$  (без учета погрешности на ввод штуцера высокого давления).

По результатам испытаний и подтверждающего расчета было доказано, соответствие полученных экспериментальных данных, предложенному физико-математическому обоснованию, которое позволяет оценивать усилия на условный отрыв и условный сдвиг в замкнутых объемных соединениях. Приоритет применения данного метода, может быть отнесен к клеявым соединениям работающих в условиях разрушающих нагрузок приложенных равномерным и/или скачкообразным воздействием давления внутри замкнутого объема.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Методика позволят расширить известные прочностные испытания клеявых соединений, а именно: улучшить оценку воздействия давления на передачу сдвиговых деформаций и деформаций на растяжение в комплексных исследованиях моделей.

Метод показывает, что в замкнутом объемном соединении, полученном технологией склеивания, пайкой или родственными способами, на шов воздействуют как отрывные, так и сдвиговые усилия, а также их производные. Метод позволяет произвести их оценку с помощью предложенных моделей методами динамических аква- или пневмоиспытаний.

Данная разработка позволит расширить методы технологических испытаний клеявых соединений, в особенности для замкнутых объемов, работающих под давлением жидкостей или газов, позволяет производить математическую оценку замкнутых клеявых соединений при воз-

действии на них разрывного нагружения.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Методика испытаний пустотелых замкнутых соединений, полученных технологией склеивания, пайкой или родственными способами, позволяет оценить крепежные соединения, испытывающих разрушающую нагрузку в нескольких плоскостях. Предлагаемая модель является многомерной, что позволяет оценивать воздействие сил, приложенных в различных направлениях и точках исследуемого образца. Разработанная методика позволяет создать для испытываемого образца, условия максимально приближенные к условиям эксплуатации.

С использованием данной методики возможно проведение качественной оценки практически любых клеенных пустотелых соединений.

Внедрение технологии предполагает создание новых рабочих мест в наукоемком производстве, что повышает уровень интеллектуальности труда. Улучшаются потребительские свойства готовой продукции за счет прогнозирования качества и надежности получаемых изделий.



### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа, выпущен опытный образец.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Патент Республики Беларусь № 23630 «Модель для проведения гидравлического или пневматического испытания крепежного шва на сдвиг или разрыв» // М. Л. Калиниченко, В. А. Калиниченко, Ю. К. Кривошеев, А. Е. Зелезей от 30.11.2021.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Представители машиностроительного комплекса.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Калиниченко Мария Львовна, научный сотрудник НИИЛ Литейные технологии, магистр технических наук.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: m.kalinichenko@bntu.by

Тел.: (+375 29) 276 31 56

## 24. СОСТАВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ФИЛЬТРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОСЕТКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Наиболее распространенными материалами, используемыми в качестве армирующих покрытий фильтров на основе стеклосеток для металлических расплавов, являются органические компоненты, такие как лигносульфонат, бакелит, резольные смолы и др. вследствие их технологичности и экономической целесообразности. Основное назначение пропитки фильтрующих элементов в данном случае — придание им временной технологической жесткости, а в некоторых случаях, при производстве фасонных фильтров, — устойчивой объемной (профильной) формы. Использование таких материалов сопряжено с рядом недостатков: высокой газотворностью, гидроскопичностью, недостаточной термостойкостью (до 1000 °С). В качестве альтернативы предлагается ряд технологий с использованием в качестве армирующего и одновременно защитного покрытия неорганических связующих, при этом либо частично, либо полностью заменяющих органические.

Доступными и относительно технологичными считаются металлофосфатные и жидкостекольные растворы. Однако в этом случае из-за кислой среды ( $\text{pH} < 7$ ), характерной для связующих данного класса, пропитываемые волокна, состоящие в основном из  $\text{SiO}_2$ , имеют низкую устойчивость и в отдельных случаях разрушаются на стадии пропитки и низкотемпературной сушки.

В НИИЛ литейных технологий БНТУ разработана технология, обеспечивающая одновременное армирующее и огнеупорное покрытие неорганическими соединениями без разрушения пропитываемой основы. Указанный эффект обеспечивается химическим взаимодействием компонентов из состава исходных реагентов.

В качестве основных компонентов при получении защитного покрытия в предлагаемом варианте используется кремнезоль (сиалит-20) и этилсиликат (ЭС-40). Получение максимальной прочности и термостойкости, а также адгезии защитного покрытия обеспечивается гидролизом этилсилката в щелочной среде, создаваемой сиалитом. В результате химического превращения образуется аморфный диоксид кремния. Поскольку сетчатые стекловолоконистые материалы в качестве базового компонента содержат диоксид кремния, то процесс гидролиза с выделением частиц с аналогичной морфологией благоприятно



сказывается на адгезионном взаимодействии системы. Отверждение кремнезоль происходит за счет испарения влаги и коагуляции частиц диоксида кремния.

Предложены несколько вариантов пропитки сетчатой основы:

- органическими связующими;
- органическими связующими с частичной их заменой композитными неорганическими компонентами;
- покрытие тканей основы неорганическими связующими.

#### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА**

Предлагаемая разработка позволяет частично или полностью заменить органические связующие, имеющие ряд ограничений и недостатков при эксплуатации фильтров, на более термостойкие, экологичные, относительно недорогие неорганические связующие. При этом обеспечивается протекание одновременно двух процессов: образования дисперсных наноразмерных огнеупорных соединений и адгезионного связующего.

#### **ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ**

Частичный либо полный отказ от органических связующих при прочих равных обеспечивает повышение термостойкости сетчатых фильтров, что позволяет рекомендовать их для рафинирования высокотемпературных сплавов (высокопрочных чугунов, легированных и нержавеющей сталей). Это дает возможность снизить уровень вредных выбросов в атмосферу и повысить качество литых деталей с точки зрения товарного вида.

#### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выполнена научно-исследовательская работа, разработаны составы, технология нанесения и методика испытания защитных покрытий.

#### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

Рассматриваются заявки на патенты (состав огнеупорного покрытия и способ нанесения покрытия).

#### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Литейные заводы, литейные участки машиностроительных и частных предприятий.

#### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Долгий Леонид Петрович, заведующий НИИЛ «Литейные технологии».

#### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: [metspl@tut.by](mailto:metspl@tut.by)

Тел.: (+375 17) 296 66 56, (+375 29) 563 49 71



# ХИИ. УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «УНИТЕХПРОМ БГУ»

## 25. ПИЩЕВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКЦИИ СЕРИИ «ЕДА УМНОГО ГОРОДА»

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Композиции серии «Еда умного города» предназначены для изготовления хлебобулочных изделий адресной направленности: для питания жителей современных городов, испытывающих большую нагрузку на нервную систему из-за высоких психоэмоциональных нагрузок.

1. Серия «Антистресс»: смесь пряно-ароматическая витаминизированная «Фрегат», фитокомплекс обогатительный «Маяк».

Разработанные композиции могут применяться для создания биологически активных добавок, а также пищевых добавок с нейропротекторными свойствами. На их основе могут быть разработаны функциональные продукты питания профилактического действия для оптимизации функции нервной системы в условиях эмоционального напряжения, а также для восстановления организма в постстрессорный период.

2. С иммуномодулирующим действием:

– смесь пряно-ароматическая «Астерра» обладает антистрессорным эффектом на фоне воздействия хронического стресса, а также иммуномодулирующими свойствами, которые проявляются снижением воспалительных процессов, индуцируемых хроническим стрессом.

– смесь пряно-ароматическая «Времена года» — «Сузорье». Смесь может применяться для оптимизации показателей иммунной системы при стрессорных ситуациях у человека, а также при сезонных ОРЗ и ОРВИ. Возможна мягкая коррекция резистентности организма у лиц пожилого возраста после перенесенных инфекционных и других заболеваний.

3. Легкого приготовления: смесь композитная «Вера».

Использование смеси композитной «Вера» позволяет изготовить высококачественные ржано-пшеничные хлебобулочные изделия по ускоренной технологии: в одну стадию с добавлением воды (или воды и муки при использовании добавки пищевой комплексной «Вера плюс») в домашних условиях, пекарнях супермаркетов и на хлебозаводах.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Соответствуют международным требованиям, предъявляемым к функциональным продуктам питания.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Повышение качества жизни за счет создания функциональных продуктов питания, позволяющих поддерживать и сохранять здоровье различных групп населения современных городов.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Разработка внедрена в производство.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Имеется пакет нормативно-технологической документации. Поданы две заявки на патент.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Предприятия хлебобулочной, кондитерской, мясной отраслей, а также оздоровительные центры.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Мадзиевская Татьяна Афанасьевна, начальник Научно-производственного центра пищевых технологий, кандидат химических наук.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: matafa@mail.ru

Тел.: (+ 375 17) 209 58 41

# XIII. РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ»



## 26. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭТАЛОН ЕДИНИЦЫ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ГАЗА (ВОЗДУХА)

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Национальный эталон единицы объемного расхода газа (воздуха) служит для хранения, воспроизведения и передачи размера единицы объемного расхода воздуха рабочим эталонам, проведения метрологической оценки средств измерений объемного расхода газовоздушных сред, в первую очередь природного газа, обеспечения единства измерений объемного расхода газовоздушных сред на территории Республики Беларусь.

В процессе выполнения задания были исследованы и установлены метрологические характеристики национального эталона единицы объемного расхода газа (воздуха).

Область применения: нефтегазовая промышленность, энергетика, агропромышленный комплекс, жилищно-коммунальное хозяйство, производство строительных материалов, пищевая промышленность, металлургическая промышленность, научные исследования и др.



Эталонная расходомерная установка ITF100-1-A

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Характеристики эталона сопоставимы с характеристиками европейских эталонов аналогичного назначения.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Национальный эталон единицы объемного расхода газа (воздуха) служит целям метрологической оценки средств измерений для обеспечения метрологической прослеживаемости при передаче единицы величины средствам измерений газовоздушных сред, в первую очередь природного газа, при расчетных операциях между газоснабжающими организациями и потребителями.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Нет.



Колокольная установка ВР-100

### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», РУП «Белгазтехника», ГПО Белтопгаз, другие промышленные предприятия Республики Беларусь.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Бардонов Александр Иванович, начальник производственно-исследовательского отдела измерений давления и расхода БелГИМ.

### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: [bardonov@belgim.by](mailto:bardonov@belgim.by)

Тел.: (+375 17) 221 03 92

# XIV. РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»



## 27. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ БЕЛКОВЫМ АЭРОЗОЛЕМ СУХИХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Сфера применения: методика применима на предприятиях молочной и пищевой промышленности, изготавливающих любые сухие продукты, содержащие молочные протеины.

Назначение: предназначена для определения в воздухе производственной среды массовой концентрации белка аэрозолей сухих продуктов переработки коровьего молока (СППМ) на соответствие новым гигиеническим нормативам (на уровне 0,1 мг/м<sup>3</sup> по белку).

Основные характеристики: основана на отборе проб пыли СППМ на фильтры АФА-ВП-10 протяжкой через них 500 дм<sup>3</sup> воздуха производственной среды, экстракции белка из пробы пыли на фильтрах 0,9 % физиологическим раствором, концентрировании и осаждении белка в пробе с помощью сульфата меди (реактив А), его количественном измерении после добавления фенольного реактива Фолина — Чокальте фотометрическим методом Лоури в модификации Шактерле — Поллак при длине волны 750 нм и определении содержания по градуировочному графику с растворами бычьего сывороточного альбумина.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Инновационная аттестованная Методика измерения АМИ.МН 0051-2022 «Система обеспечения единства измерений. Массовая концентрация белка аэрозолей сухих продуктов переработки коровьего молока в воздухе рабочей зоны. Методика измерений фотометрическим методом» (свидетельство об аттестации № 027/2022 от 25.04.2022) обладает высокой валидностью и достаточной чувствительностью (не менее ½ ПДК в воздухе рабочей зоны), не имеет аналогов.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Использование аттестованными лабораториями предприятий молочной и пищевой индустрии разработанной Методики измерений обеспечивает объективный динамический контроль уровня загрязнения воздуха производственной среды аллергоопасным аэрозолем СППМ по белку на соответствие новому гигиеническому нормативу, соблюдение которого является эффективной мерой профилактики профессиональных аллергических и производственно обусловленных иммунозависимых заболеваний у работников.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа, разработка внедрена в производство.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Предприятия молочной и пищевой индустрии, производящие или использующие любые сухие продукты, содержащие молочные протеины.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Баранов Сергей Александрович, младший научный сотрудник лаборатории промышленной токсикологии НПЦ гигиены;

Кузюкова Анна Адамовна, заведующая лабораторией спектрометрических исследований НПЦ гигиены, кандидат биологических наук;

Маскалевич Надежда Викторовна, химик лаборатории спектрометрических исследований НПЦ гигиены; Шевляков Виталий Васильевич, главный научный сотрудник лаборатории промышленной токсикологии НПЦ гигиены, доктор медицинских наук, профессор.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: mfantastikas1992@mail.ru

Тел.: (+375 17) 379 13 96, (+375 25) 763 91 81

### 28. МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ИЗ ОТОБРАННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПЫЛИ ТЕСТ-АЛЛЕРГЕНОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АЛЛЕРГОПАТОЛОГИИ У РАБОТНИКОВ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Сфера применения: метод применим в токсикологических и иммуно-аллергологических лабораториях учреждений здравоохранения.

Назначение: предназначен для получения в лабораторных условиях из отобранных на производствах образцов белоксодержащей органической пыли (ОП) экстракта, пригодного для использования в качестве тест-аллергена в диагностике профессионального генеза аллергопатологии пылевой этиологии у работников.

Основные характеристики: основана на этапах подготовки отобранного образца ОП (измельчение и стерилизация), экстрагирования белково-антигенного комплекса пыли в насыщенный водно-солевой раствор Соса (экстрагирование в течение 1 суток при 37 °С и 3 суток — при 6–8 °С), концентрирования центрифугированием и осаждения белкового преципитата соляной кислотой, растворения белкового преципитата раствором гидроксида натрия, стандартизации полученного экстракта по белку (определяемого фотометрическим методом Лоури при длине волны 750 нм).

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Установление и подтверждение профессионального генеза аллергического заболевания у работников не позволяет отсутствию коммерческих диагностических препаратов и систем на основе специфических тест-аллергенов на промышленные вещества-аллергены. Изложенный в инструкции по применению № 007-1121 унифицированный метод позволяет в лабораторных условиях получить из отобранных на производствах образцов ОП экстракты с содержанием до 6 мг/см<sup>3</sup> белка, что обеспечивает их применение в качестве тест-аллергенов для специфической диагностики профессиональной аллергопатологии у работающих.

#### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Подтверждение профессионального генеза аллергических заболеваний у работающих в условиях воздействия аллергоопасной промышленной органической пыли, что обеспечивает необходимое качество лечения и реабилитации, социальную защиту пациентов.

#### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа, разработка внедрена в производство.

#### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Способ экстрагирования из образцов промышленной органической пыли белково-антигенного комплекса: удостоверение на рационализаторское предложение № 2313 / В. В. Шевляков, Г. И. Эрм, С. А. Баранов. — Выдан НПЦ гигиены 13.10.2021.

#### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Профпатологические и аллергологические центры, токсикологические и иммунологические лаборатории организаций здравоохранения.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Эрм Галина Ивановна, ведущий научный сотрудник лаборатории промышленной токсикологии НПЦ гигиены, кандидат биологических наук;

Шевляков Виталий Васильевич, главный научный сотрудник лаборатории промышленной токсикологии НПЦ гигиены, доктор медицинских наук, профессор;

Баранов Сергей Александрович, младший научный сотрудник лаборатории промышленной токсикологии НПЦ гигиены.

#### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: erm-galina@mail.ru

Тел.: (+375 17) 379 13 96, (+375 29) 690 11 70

# XV. НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР “ЛЭМТ” БЕЛОМО»



## 29. МОНОКУЛЯР ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ С ДАЛЬНОМЕРом TV/M 75 R

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Устройство предназначено для наблюдения за местностью в любое время суток и замера дальности до интересующих объектов.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Технические характеристики соответствуют зарубежным аналогам.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Поможет эффективно производить наблюдение за местностью и осуществлять контроль обстановки в любое время суток в диапазоне температур от  $-20$  до  $+55$  °С.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Изготовлено 20 штук в рамках контракта на поставку в Министерство обороны Республики Беларусь. Заключены новые контракты на 50 штук.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Министерство обороны Республики Беларусь.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Свибович Илья Вячеславович, начальник сектора тепловизионных и комбинированных приборов и дальномеров.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: [ilya.svibovich2020@gmail.com](mailto:ilya.svibovich2020@gmail.com)

Тел.: (+375 25) 540 81 15



Монокуляр тепловизионный  
с дальномером



Дальномер лазерный



Тепловизионная насадка на приборы  
ночного видения

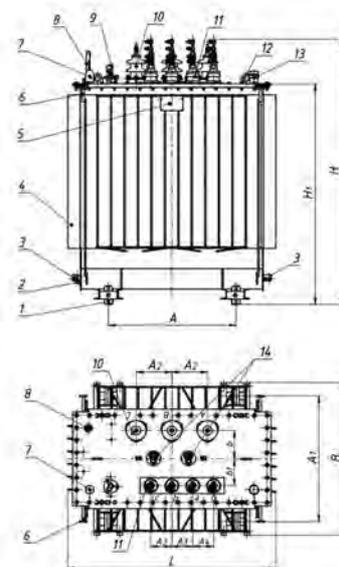
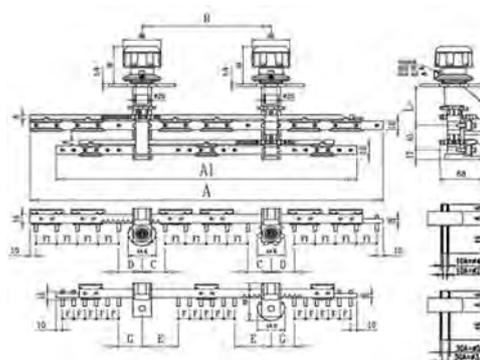


## XVI. ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМЕНИ В. И. КОЗЛОВА»

### 30. ТРЕХФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ РАБОТЫ В СЕТЯХ 6 И 10 КВ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Трехфазный трансформатор, применяемый в распределительных электрических сетях для преобразования напряжения. Содержит трехфазный магнитопровод, обмотки первичного напряжения, размещенные на всех стержнях, с соединением «треугольник», по меньшей мере одно переключающее устройство, отличающийся тем, что обмотка первичного напряжения выполнена в виде катушек, рассчитанных на разное напряжение, которые с помощью переключающего устройства соединены между собой последовательно и/или параллельно. Трансформатор сохраняет схему соединения стороны ВН «треугольник» как при подключении к сети 6 или 10 кВ, что позволяет сохранить стабильную работу в обоих случаях.



#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

По сравнению с аналогами, данное изделие позволяет сохранить схему соединения обмоток ВН «треугольник» при подключении к сетям 6 или 10 кВ, обеспечивая должное качество электроэнергии и требуемые электромагнитные свойства без излишних затрат материалов при изготовлении.

#### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Электрические сети при необходимости могут приобретать один универсальный трансформатор, обеспечивающий стабильное качество электроэнергии, вместо двух.

#### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Разработка внедрена в производство.

#### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Реестр полезных моделей Республики Беларусь под № 13297.

#### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

ГПО «Белэнерго», ПАО «Россети», любые другие электросетевые компании и промышленные потребители.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Шевчук Андрей Игоревич, инженер-конструктор II категории;  
Кочетков Андрей Александрович;  
Кривцов Геннадий Александрович;  
Лапкин Владислав Игоревич;  
Леонова Елена Николаевна;  
Леус Юрий Васильевич.

#### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: j71452359@gmail.com  
Тел.: (+375 25) 606 13 06



## 31. ПОДКОРМКА ЖИДКАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ КОМПЛЕКСНАЯ UTERRA



uTERRA

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Подкормка жидкая uTerra представляет собой органическое удобрение, изготавливаемое из рассыпчатого биогумуса, реликтового ископаемого сырья (бурый уголь, торф), меда, минеральных и органических элементов питания растений.

uTerra производится на основе экстракта гуминовых кислот из бурого угля, торфа, биогумуса, содержащего свыше 3000 видов полезных микроорганизмов, и др.

Подкормка применяется для высокоэффективного экологически безопасного возделывания сельскохозяйственных, цветочных культур, лекарственных растений, создания, восстановления и поддержания почвенного плодородия, нарушенного естественными процессами или хозяйственной деятельностью человека, что подтверждает значимость для национальной экономики (в частности, для сельскохозяйственной отрасли и связанных с ней).

Комплексный состав подкормки uTerra обеспечивает улучшение качества растительной продукции, стимулирование роста и развития растений, плодоношения, улучшение декоративных качеств растений.

Для повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям окружающей среды и заболеваниям в составе используются элиситоры, полученные из грибов.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Подкормка uTerra является комплексным экологически чистым продуктом с высоким содержанием веществ, необходимых для роста и развития растений, и структурирующих почву компонентов.

Подкормка uTerra разработана для ведения органического сельского хозяйства, обеспечивает высокое содержания в почве агрономически ценных аэробных и анаэробных микроорганизмов.

Продукт производится с использованием высокотехнологичного оборудования.

Контроль качества готового продукта производится на всех этапах жизненного цикла.

Продукт экономичен в использовании (соотношение 1:500–1:1000 при постоянном поливе), показывает высокую эффективность при совместном применении с органическими материалами на песчаных почвах.

Преимуществом также является конкурентная стоимость продукта по сравнению с аналогами.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Эффект от применения подкормки uTerra:

- повышение урожайности и качества сельскохозяйственной продукции до 50 %, ускорение роста и развития растений за счет более эффективного снабжения гуминовыми кислотами, необходимыми питательными веществами и натуральными фитогормонами;

- восстановление и поддержание почвенного плодородия, нарушенного естественными процессами или хозяйственной деятельностью человека;

## ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: ОТ ИННОВАЦИИ ДО ПРОИЗВОДСТВА

- регулирование и нормализация pH почвы;
- стимулирование развития в почве сельскохозяйственных ассоциаций тысяч видов полезных почвенных микроорганизмов во всем их природном многообразии;
- снижение содержания нитратов, тяжелых металлов и радионуклидов в растениях за счет их связывания в почве.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Выполнена научно-исследовательская или опытно-конструкторская (технологическая) работа, разработка внедрена в производство.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

1. Секрет производства (ноу-хау) ЗАО «Струнные технологии» «Технология производства подкормки жидкой органической для растений “Почвенный эликсир uTerra”» от 28.09.2022.

2. Технические условия ТУ ВУ 192425076.017-2023 «Подкормки жидкие органические комплексные для растений uTerra, uTerra oasis (государственная регистрация от 27.03.2023 № 067638).

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Производители сельскохозяйственной продукции (тепличные комбинаты, крестьянско-фермерские хозяйства, сельскохозяйственные производственные кооперативы, частные лица/подворья), лаборатории и экспериментальные площадки научно-образовательных учреждений, питомники.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Анатолий Эдуардович Юницкий, генеральный конструктор.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: info@unitsky.com

Тел.: (+375 17) 388 20 20



Производство uTERRA

# XVIII. ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С. С. КУТАТЕЛАДЗЕ» СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



## 32. СОЗДАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОТОТИПА УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО ЗОЛОУДАЛЕНИЯ

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Промышленная установка:

- для выделения из золошлаковых отходов микросфер;
- использовании/золошлаковых отходов в производстве полезных продуктов в различных отраслях.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Разработанная технология будет обеспечивать сухое выделение микросфер и производство полезных продуктов (строительных материалов) из золошлаковых отходов.

### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Промышленные установки будут размещаться на золоотвалах ТЭЦ и ГРЭС. Из золошлаковых отходов будут выщеляться микросферы (до 8 % объема) для дальнейшего использования в различных областях.

Оставшаяся часть будет подвергнута сепарации с выделением полезных продуктов.

### ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ

Определены целевые области применения технологии и ее критические элементы.

### СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ

Регистрация патента по итогам завершения разработки.

### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ

Все ТЭЦ и ГРЭС.

### РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ

Смовж Дмитрий Владимирович, заведующий лабораторией синтеза новых материалов, доктор физико-математических наук;

Горшков Евгений Валерьевич, руководитель проектного офиса ЦТТ ИТ СО РАН.

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

E-mail: gorshkov@itp.nsc.ru

Тел.: (+7 913) 722 48 89



## ХІХ. ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»

### 33. МАГНИТНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

#### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Магнитный сорбент представляет собой углеродсодержащую структуру, полученную при анаэробном сбраживании биомассы, гранулировании вторичного сырья и окатывании ее на магнетитовых ядрах с последующей углефикацией до получения углеродистого твердого остатка (карбонизата). Основу сорбента представляет магнетитовое ядро (центр гранулообразования) с накатанной на него сорбирующей смесью (наполнитель + связующее). Наполнитель — углеродсодержащие отходы угольной или деревообрабатывающей промышленности, а связующее — отходы животноводческих предприятий или биологических очистных сооружений сточных вод. Данный сорбент должен храниться в сухих закрытых складских помещениях и может транспортироваться всеми видами транспорта. Сорбент не боится слеживания при длительном хранении — высота штабелирования, при обеспечении устойчивости и безопасности может достигать до 4 м, в отличие от сорбентов на основе прочих веществ, которые имеют жесткие ограничения по высоте штабелирования и после слеживания полностью утрачивают свои основные абсорбционные свойства. Не теряет свои абсорбционные свойства в течение всего срока хранения, который не ограничен. Нанесение и сбор сорбента в основном осуществляется при помощи электромагнита. После использования сорбент может быть утилизирован несколькими способами, включая сжигание в качестве топлива для получения тепловой энергии или регенерацию.



Магнитный сорбент

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Преимуществом разработки является экологическая безопасность, возможность удаления загрязнений практически до любой необходимой остаточной концентрации нефти в воде, управляемость процессом за счет магнитных свойств, которые обеспечивает, минерал магнетит ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) с содержанием железа до 72 %, использование дорогостоящего компонента магнетита повторно, применение такого рода сорбента в экстремальных условиях.

#### ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ

Основной целью применения магнитного нефтесорбента является оперативная очистка водных объектов от разливов нефти и нефтепродуктов. Своевременное использование магнитного сорбента позволит быстро локализовать и ликвидировать разлив не только на поверхности воды, но и подо льдом тем самым минимизировать нагрузку на экологическую обстановку, флору и фауну. Магнитный сорбент может быть применен и реализован как в любом регионе, где потенциально может возникнуть разлив, так и в таком чувствительном и экстремальном, как Арктическая зона и районы Крайнего Севера.



#### **ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ**

Выпущен опытный образец.

#### **СВЕДЕНИЯ О ПРАВОВОЙ ОХРАНЕ**

Патент 2 665 440 РФ, В01J20/30(2006.01), В01J20/24(2006.01) Способ получения магнитного сорбента / Е. С. Ушакова, А. Г. Ушаков, Е. А. Квашева (Россия).

#### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ И/ИЛИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ В РАЗРАБОТКЕ**

Нефтеперерабатывающие предприятия, центры ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН), предприятия, на которых ежедневно происходит образование углеродсодержащих отходов.

#### **РУКОВОДИТЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Ушакова Елена Сергеевна, доцент, кандидат технических наук.

#### **КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ**

E-mail: [brels@list.ru](mailto:brels@list.ru)

Тел.: (+7 923) 616 16 36



**INDUSTRY:**

**FROM INNOVATION  
TO MANUFACTURING**



# CONTENTS

<b>I. THE STATE SCIENTIFIC INSTITUTION “INSTITUTE OF TECHNOLOGY OF METALS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS”</b> .....	<b>60</b>
1. CARBIDE PRODUCTS UNDER THE BRAND “BYTS” .....	60
<b>II. BELARUSIAN STATE UNIVERSITY</b> .....	<b>62</b>
2. THERMOSTABLE AND HEAT-INSULATING COMPOSITE MATERIALS BASED ON PHOSPHATE AND SILICATE BINDERS .....	62
3. EFFECTIVE FERTILIZER FROM MANURE WITHOUT SMELL .....	63
4. EFFECTIVE CARBON SORBENT FROM SAWDUST .....	63
<b>III. INSTITUTION OF THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY “RESEARCH INSTITUTE OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROBLEMS”</b> .....	<b>65</b>
5. NEW TYPES OF EDIBLE FILMS CONTAINING VARIOUS FOOD ADDITIVES .....	65
6. BIODEGRADABLE FILMS FOR FOOD PACKAGING AND TRANSMUCOSAL DELIVERY OF BIOLOGICALLY ACTIVE INGREDIENTS .....	66
<b>IV. EDUCATIONAL INSTITUTION “BELARUSIAN STATE UNIVERSITY OF INFORMATICS AND RADIOELECTRONICS”</b> .....	<b>69</b>
7. ELASTIC AND BREATHABLE MICROWAVE ABSORBERS BASED ON FOIL MATERIALS .....	69
<b>V. INTER-STATE EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION “BELARUSIAN-RUSSIAN UNIVERSITY”</b> .....	<b>70</b>
8. TECHNOLOGY OF COMBINED MAGNETODYNAMIC ROLLING IN ACTIVE PROCESSING MEDIUM .....	70
9. AUTOMATED WELDING PROCESS REGISTRATION SYSTEM .....	71
10. ARC WELDING OF STRUCTURAL STEELS WITH DOUBLE JET COAXIAL SUPPLY OF SHIELDING GAS COMPONENTS .....	72
11. MECHANICALLY ALLOYED COMPOSITE POWDERS FOR GAS THERMAL COATINGS .....	74
12. TECHNOLOGY FOR INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF TOOLING AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT .....	75
<b>VI. VITEBSK STATE UNIVERSITY NAMED AFTER P. MASHEROV</b> .....	<b>78</b>
13. TECHNOLOGICAL TOOLING FOR PAD PRINTING .....	78
14. TOOLING FOR LASER COMPLEX .....	80
15. CAD OF THE SURFACE SWEEP OF TRUNCATED FOUR-SIDED PYRAMID .....	81
<b>VII. EDUCATIONAL INSTITUTION “YANKA KUPALA STATE UNIVERSITY OF GRODNO”</b> .....	<b>83</b>
16. NANOCOMPOSITE ELECTRICALLY CONDUCTIVE LUBRICANTS .....	83
<b>VIII. EDUCATIONAL INSTITUTION FRANCISK SKORINA GOMEL STATE UNIVERSITY</b> .....	<b>85</b>
17. TECHNOLOGY OF HIGH-TEMPERATURE BONDING OF SILICON WAFERS FOR MICROELECTRONICS .....	85
<b>IX. EDUCATIONAL INSTITUTION SUKHOI STATE TECHNICAL UNIVERSITY OF GOMEL</b> .....	<b>87</b>
18. PROGRESSIVE MATERIAL PROCESSING METHODS AND METAL-CUTTING TOOLS .....	87
<b>X. EDUCATIONAL INSTITUTION “BELARUSIAN STATE UNIVERSITY OF TRANSPORT”</b> .....	<b>88</b>
19. HYDROPHOBIC COMPOSITION FOR PREVENTIVE TREATMENT OF ASPHALT CONCRETE ROAD SURFACES .....	88
20. ORGANIZATION OF PRODUCTION OF ACTIVATED CRUSHED STONE FROM GRANITE ROCKS FOR ROAD-BUILDING MATERIALS WITH INCREASED DURABILITY .....	90
21. MULTIFUNCTIONAL RAIL-ROAD VEHICLES .....	91

<b>XI. BNTU BRANCH “RESEARCH POLYTECHNIC INSTITUTE”</b> .....	<b>94</b>
22. COMPOSITE PLAIN BEARINGS, FOR USE IN HEAVY-LOADED FRICTION UNITS, INCLUDING AS CRUSHERS, OR SEGMENT BEARINGS.....	94
23. DEVELOPMENT OF A TEST PROCEDURE FOR CLOSED JOINTS OBTAINED BY GLUING, SOLDERING OR RELATED METHODS AND DEVICES FOR CARRYING OUT THE ABOVE TESTS.....	95
24. COMPOSITIONS AND TECHNOLOGY FOR APPLYING PROTECTIVE COATINGS TO FILTER ELEMENTS BASED ON FIBERGLASS MESH FOR CLEANING HIGH-TEMPERATURE METAL MELTS .....	97
<b>XII. EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND PRODUCTION REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE “UNITEKHPROM BSU”</b> .....	<b>98</b>
25. FOOD COMPOSITIONS FOR CREATING PRODUCTS IN THE “SMART CITY FOOD” SERIES .....	98
<b>XIII. THE BELARUSIAN STATE INSTITUTE OF METROLOGY</b> .....	<b>99</b>
26. NATIONAL MEASUREMENT STANDARD OF THE UNIT OF GAS (AIR) VOLUME FLOW RATE.....	99
<b>XIV. REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE “SCIENTIFIC PRACTICAL CENTRE OF HYGIENE”</b> .....	<b>101</b>
27. METHOD FOR CONTROLLING THE LEVEL OF AIR POLLUTION IN THE PRODUCTION ENVIRONMENT WITH PROTEIN AEROSOL OF DRY PRODUCTS OF MILK PROCESSING .....	101
28. METHOD FOR OBTAINING TEST ALLERGENS IN LABORATORY CONDITIONS FROM SELECTED SAMPLES OF INDUSTRIAL ORGANIC DUST FOR THE DIAGNOSIS OF OCCUPATIONAL ALLERGOPATHOLOGY IN WORKERS.....	102
<b>XV. UNITARY ENTERPRISE “STC “LEMT”</b> .....	<b>103</b>
29. THERMAL MONOCULAR WITH A RANGEFINDER TV/M 75 R .....	103
<b>XVI. OJSC “MINSK ELECTROTECHNICAL PLANT NAMED AFTER VASILY IVANOVICH KOZLOV”</b> .....	<b>104</b>
30. THREE-PHASE TRANSFORMER DESIGNED TO OPERATE IN 6 AND 10 KV ELECTRIC GRIDS WITHOUT CHANGING THE CONNECTION SCHEME.....	104
<b>XVII. UNITSKY STRING TECHNOLOGIES, INC.</b> .....	<b>105</b>
31. COMPLEX ORGANIC LIQUID PLANT FOOD “UTERRA”.....	105
<b>XVIII. KUTATELADZE INSTITUTE OF THERMOPHYSICS OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES</b> .....	<b>107</b>
32. CREATION OF AN INDUSTRIAL PROTOTYPE OF AN ASH AND SLAG WASTE SEPARATION PLANT USING DRY ASH REMOVAL TECHNOLOGY .....	107
<b>XIX. T. F. GORBACHEV KUZBASS STATE TECHNICAL UNIVERSITY</b> .....	<b>108</b>
33. MAGNETIC SORBENT FOR THE ELIMINATION OF EMERGENCY OIL AND PETROLEUM PRODUCT SPILLS .....	108





# I. THE STATE SCIENTIFIC INSTITUTION “INSTITUTE OF TECHNOLOGY OF METALS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS”



## 1. CARBIDE PRODUCTS UNDER THE BRAND “BYTS”

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Carbide products are intended for processing materials by cutting (cutters, drills, milling cutters, reamers, taps, dies). “BYTS” carbide products are manufactured on modern equipment using technologies for the production of highly efficient metal-cutting tools from finished powder and powder obtained by processing carbide scrap, followed by hardening of the manufactured tool by a unique method of aerodynamic sound resonance impact. Additional processing of carbide plates by aerodynamic sound effects provides an increase in the life of the cutting tool up to 4.2 times and impact strength by 19–23 %, while maintaining high hardness (up to HRA 92 values), the number of pores decreases.

### TECHNICAL ADVANTAGES

Aerodynamic sound resonance impact is a high-energy hardening method capable of reducing the crystal lattice distortion density of hard alloy components by 15–20 % and increasing the ductility of the cobalt binder. This several times reduces the number of surface pores of the structure. Accordingly, it becomes possible to increase the impact strength and tensile strength (in bending) while maintaining high hardness.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Organization of import-substituting production of carbide tools “BYTS” for enterprises of the Republic of Belarus using carbide scrap. Scrap recycling will reduce the cost of manufactured products by 20–30 %, and processing tools with aerodynamic sound effects will increase the service life of wear-resistant carbide plates and their quality by 20–50 %.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

A prototype was released.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

The method of aerodynamic sound resonance effect is protected by patents of Belarus and Russia (BY 21049, RU 2 557 175).

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Enterprises of mechanical engineering and metalworking industry. The creation of the production “BYTS” carbide tool on the basis of the ITM of the National Academy of Sciences of Belarus will provide a significant potential for increasing the share of domestic carbide products used at Belarusian enterprises. This can be



Carbide inserts “BYTS”



Plate pressing equipment

## INDUSTRY: FROM INNOVATION TO MANUFACTURING

achieved by replacing imported carbide plates and cutters used in metalworking by the leading enterprises of Belarus, such as JSC "BMZ" — the management company of the holding "BMK", JSC "Amkodor", JSC "Minsk Gear Plant", etc.

### DEVELOPMENT MANAGER

Anatolij Zhigalov, Director, Grand PhD (Engineering).

### CONTACT INFORMATION

E-mail: [info@itm.by](mailto:info@itm.by)

Phone: (+375 222) 64 93 27



Wafer sintering equipment

## II. BELARUSIAN STATE UNIVERSITY



### 2. THERMOSTABLE AND HEAT-INSULATING COMPOSITE MATERIALS BASED ON PHOSPHATE AND SILICATE BINDERS

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Thermostable heat-insulating composite materials based on liquid and solid phosphate and silicate binders with operating temperatures up to 1,100 °C have been developed. Expanded vermiculite and perlite, as well as hollow microspheres (ash and glass), were used as functional fillers. Main technical characteristics of materials are:

- curing temperature 20–200 °C;
- compressive strength 0.5–5.0 MPa;
- density 0.3–0.8 g/cm<sup>3</sup>;
- thermal conductivity coefficient 0.1–0.8 W/(m·K).

#### TECHNICAL ADVANTAGES

Main technical characteristics of developed materials are as follows:

- 1) reduced curing temperatures of composite materials;
- 2) materials are non-flammable, non-toxic, environmentally friendly;
- 3) the production of the materials can be organized at any enterprise of building industry.

Domestic analogues are unknown. The scientific and technical level of development is not inferior to the best foreign analogues.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Reducing energy costs in the production and operation of industrial and civil facilities, heat and fire protection of industrial and civil facilities.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Research or development (technological) work has been completed, a prototype was released.

#### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

None.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Enterprises of the construction (building) industry, energy, metallurgy.

#### DEVELOPMENT MANAGER

Konstantin N. Lapko, Leading Researcher, PhD (Chemistry), Associate Professor.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: apkokn@bsu.by

Phone: (+375 17) 209 51 82, (+375 29) 125 05 25



Thermostable and heat-insulating composite materials

### 3. EFFECTIVE FERTILIZER FROM MANURE WITHOUT SMELL

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The work discusses a method for producing effective fertilizer from organic animal waste (manure or droppings) and hydrolytic lignin. This fertilizer is a free-flowing, odorless powder, does not harm the environment and has a prolonged effect. The cost of fertilizer is approximately \$ 150 per ton, which is significantly less than the cost of world analogues. The resulting fertilizer is significantly superior in quality to imported analogues. Only Belarusian raw materials are used in the production of fertilizer, which makes it possible to completely replace imports and create conditions for food security.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

The developed fertilizer is an odorless, free-flowing powder that is convenient to store and transport. During its storage, there is no loss of nitrogen and nutrients, and manure runoff does not enter groundwater. Due to the use of sorbent, the effect of the fertilizer is prolonged; it retains moisture and nutrients at the roots of plants. Imported analogues have a strong unpleasant odor, low efficiency indicators (on test crops watercress, dill, mustard greens), cause mold to cover the soil and are much more expensive than the developed fertilizer.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Creation of an enterprise for processing organic animal waste and hydrolytic lignin into an effective, odorless fertilizer.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

A prototype was released.

#### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Know-how.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Agricultural enterprises, gardeners, market gardeners, flower growers, summer residents, farmers.

#### DEVELOPMENT MANAGER

Andrei Mamaev, Student of 1st Course;

Dmitry Grinshpan, Scientific Advisor, Head of the Laboratory, Doctor of Chemical Sciences, Professor.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: mamaev\_a06@mail.ru, grinshpan@bsu.by

Phone: (+375 44) 564 43 06, (+375 29) 650 60 65



Lisier

### 4. EFFECTIVE CARBON SORBENT FROM SAWDUST

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

A method for producing of mesoporous activated carbon with a high specific surface area equal to 1,289 m<sup>2</sup>/g is considered. The resulting coal has a very high sorption capacity for methylene blue, equal to 610 mg/g, and exhibits ion-exchange properties with respect to heavy metal ions. Coal obtained by this method, in terms of



its performance, significantly exceeds the best world analogues, but its cost is 4 times lower than the cost of imported activated carbon. Due to the presence of mesopores, activated carbon has a wide range of applications, including atomic power stations, and its production in Belarus will be profitable and help reduce the amount of wood waste generated.

#### **TECHNICAL ADVANTAGES**

The developed activated carbon is significantly superior to the world's best analogues. The sorption capacity of the resulting sorbent for methylene blue is 595-610 mg/g, and that of imported analogues is 15-300 mg/g. The resulting carbon has a high specific surface area (up to 1,400 m<sup>2</sup>/g), while it contains approximately equal amounts of micro- (up to 2 nm) and mesopores (from 2 to 50 nm), which significantly expands the scope of its application. The technology for producing coal is simple, and it uses exclusively Belarusian raw materials, which makes it possible to completely replace imports. The cost of developed coal is approximately 4 times lower than the cost of imported analogues.

#### **EXPECTED RESULT OF APPLICATION**

Creation of an enterprise for processing wood waste into activated carbon, introduction of the resulting sorbent into technological processes.

#### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

A prototype was released.

#### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

Know-how.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Pharmaceutical enterprises (RUE "Belmedpreparaty"), sugar factories, distillery industry, nuclear power stations, enterprises with wastewater treatment problems.

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Andrei Mamaev, Student of 1st Course;

Dmitry Grinshpan, Scientific Advisor, Head of the Laboratory, Doctor of Chemical Sciences, Professor.

#### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: mamaev\_a06@mail.ru, grinshpan@bsu.by

Phone: (+375 44) 564 43 06, (+375 29) 650 60 65

### III. INSTITUTION OF THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY “RESEARCH INSTITUTE OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROBLEMS”



#### 5. NEW TYPES OF EDIBLE FILMS CONTAINING VARIOUS FOOD ADDITIVES



Edible films

##### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Edible films are a polymer material biodegradable at the molecular level, which demonstrates an alternative to the microbial mechanism (decomposition in the environment under the action of bacteria or fungi), the mechanism of biodegradation under the action of intracellular and non-cellular enzymes (endo- and exoenzymes) contained in the stomach and intestines of humans and animals, consisting in the course of oxidation and hydrolysis reactions. Edible films are the only type of biodegradable polymer packaging that does not require separate collection and special disposal conditions.

Obtaining edible films for food packaging is an absolutely new direction of research in the Republic of Belarus. They are not available on the market. At the same time, various options for using such films in the food industry are possible. For example, there are known paper sheets with spices for frying meat, fish, etc., which are offered and sold on the market of

the Republic of Belarus by the company “Maggi”. They can be replaced with edible films. Such a solution to the issue entails a reduction in the amount of waste in the environment, since paper production is an environmentally unsafe process that pollutes the environment with gaseous waste and a large amount of wastewater. We have developed and are offering to introduce starch-based films containing various food additives: spices, oils, vegetable purees, etc. Edible films containing such food additives are suitable for packaging and subsequent frying of meat, fish, cheese, etc.

##### TECHNICAL ADVANTAGES

Currently, both domestic and foreign analogues of the developed product do not exist. Storage and preparation of products in such films allows not only to extend the shelf life, but also to carry out the frying process without or with a minimum amount of oil, preserve the juiciness of the product, give it a special taste and reduce the amount of waste.

##### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Research work has been completed. Experimental samples were obtained under laboratory conditions.

##### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

There is a patent: Patent CN 105295113. Edible membrane with biological activity and preparation method therefor. Huo P., Yu Z., Xu X., Savitskaya T., Makarevich S., Hrynshpan D.; assignee: Zhejiang Shure University; application No. 201510828906.7 25.11.2015; published 03.02.2016. Potential intellectual property objects are planned to be used (legal protection has not been provided, but there are signs of intellectual property objects,



for the legal protection of which it is necessary to obtain security documents).

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Consumers of meat and cheese products, supporters of innovation and healthy lifestyle.

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Dmitry Grinshpan, Head of the Laboratory of Cellulose Solutions and Products of Their Processing, Research Institute of Physics and Chemical Processing, BSU, Doctor of Chemical Science, Professor.

#### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: [grinshpan@mail.ru](mailto:grinshpan@mail.ru), [grinshpan@bsu.by](mailto:grinshpan@bsu.by)

Phone: (+375 29) 650 60 65



Edible films

## **6. BIODEGRADABLE FILMS FOR FOOD PACKAGING AND TRANSMUCOSAL DELIVERY OF BIOLOGICALLY ACTIVE INGREDIENTS**

#### **BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT**

Obtaining edible films for food packaging is a completely new area of research in the Republic of Belarus. A new method has been developed for producing durable edible films based on various types of starches for internal packaging of food products. The films have high mechanical properties: strength 40–60 MPa with an elongation of 5–20 %, have low oxygen permeability (100 times less than that of polyethylene films) and are practically impermeable to various aromatic substances. The films are soluble in hot and cold water and do not change the taste of the product packaged in them. Suitable for printing with special edible inks.

The resulting edible food packaging reduces water loss, controls gas exchange (oxygen, carbon dioxide), preserves the taste, aroma, and aesthetic appearance of products and extends their shelf life. Completely water-soluble films can be used for primary packaging of dry bulk products: salt, sugar, tea, cereals, seeds, spices, including spices for instant noodles, sports nutrition, as well as finely packaged honey, etc.

Such films can also be used to create oral strips that quickly dissolve in the mouth with mouth fresheners, medicinal films containing vitamins and medications. Edible films that are resistant to elevated temperatures (200 °C) can be used to make tartlets for baking muffins and cupcakes, and films containing spices can be used for frying meat and fish. It is possible to introduce various ingredients into the composition of packaging films, complementing them with taste, smell, antimicrobial and antioxidant properties. The service life of such films is equal to the shelf life of the food products packaged in them. The shelf life of films in warehouses under controlled temperature and humidity conditions is at least 5 years.



Biodegradable film

## INDUSTRY: FROM INNOVATION TO MANUFACTURING

In addition to providing consumers with new functionality, edible packaging helps solve the problem of reducing household waste. Edible films can be used as coatings on paper or cardboard to reduce their oxygen and odor permeability. This biodegradable material can be used for packaging fat and oil-containing products instead of paper coated with biodegradable polyethylene or silicone.

### TECHNICAL ADVANTAGES

There is no production of edible films for food products in the Republic of Belarus. The feasibility of conducting research in this area is confirmed by the fact that in the developed countries of the world, the USA, Japan, France, Germany and China, the production of such packaging materials and their sale to the population has been organized for more than 20 years. Forecasts have been made for this market segment today and it is expected that by the end of 2023 the edible packaging market volume will be \$ 1.245 billion, compared to \$ 0.715 billion in 2016, which indicates a growing need for such materials and the prospects for the development of their production.

The countries of Western Europe and the USA have taken the path of creating such packaging mainly from polymers extracted from seaweed and cellulose derivatives, i.e. along a very expensive route. Considering the high consumer level of the population of these countries, there are no problems with the sale of food products in such packaging in these countries. In China, they took a different route: producing cheap but fragile films from pure starch for packaging sticky candies under very uncomfortable conditions (100 % humidity and temperature 50 °C). These candies are very popular and are sold throughout China and abroad (USA) under the brand name "White Rabbit".

We found a compromise option: producing cheap but high-strength films based on 90 % starch and 10 % polymer from seaweed (sodium alginate, food additive E401), which have a much wider range of applications than just for packaging sticky candies and chocolate products in film shells with anti-caries, antioxidant and antimicrobial additives.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

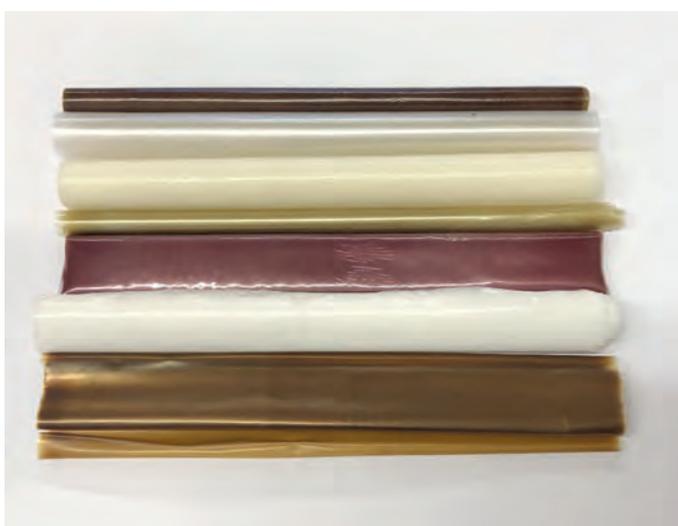
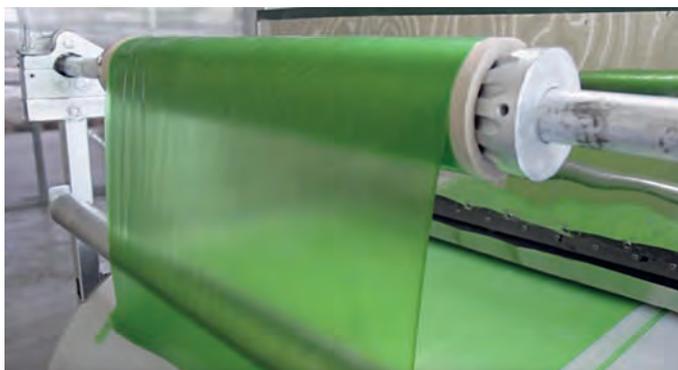
Replacing synthetic biodegradable packaging polymer materials with biodegradable polysaccharide compositions is, accordingly, a solution to one of the pressing environmental problems of the modern world — the accumulation in the environment of waste synthetic polymers that are not subject to intensive physical, chemical and biological decomposition.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Research or development (technological) work has been completed, a prototype was released.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Potential objects of intellectual property are being used or are planned to be used (legal protection has not been provided, but there are signs of objects of intellectual property, for the legal protection of which it is nec-



Biodegradable film



essary to obtain protection documents). Information: Patent CN 105295113. Edible membrane with biological activity and preparation method thereof. Huo P, Yu Z., Xu X., Savitskaya T., Makarevich S., Hrynshpan D.; assignee: Zhejiang Shuren University; application No. 201510828906.7 25.11.2015; published 03.02.2016.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Food industry enterprises and enterprises producing packaging materials for food products.

Consumer value is determined by the fact that the product will be attractive to the consumer not only due to its improved qualities and new properties (taste, additional ingredients), but also due to the fact that the consumer will understand that by purchasing products in environmentally friendly natural packaging, which does not require disposal, it will contribute to the speedy achievement of sustainable development goals not only for our republic, but also for civilization as a whole.

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Dmitry Grinshpan, Head of the Laboratory of Cellulose Solutions and Products of Their Processing, Research Institute of Physics and Chemical Processing, BSU, Doctor of Chemical Science, Professor.

#### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: [grinshpan@mail.ru](mailto:grinshpan@mail.ru), [grinshpan@bsu.by](mailto:grinshpan@bsu.by)

Phone: (+375 29) 650 60 65

## IV. EDUCATIONAL INSTITUTION “BELARUSIAN STATE UNIVERSITY OF INFORMATICS AND RADIOELECTRONICS”



### 7. ELASTIC AND BREATHABLE MICROWAVE ABSORBERS BASED ON FOIL MATERIALS

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Can be used for:

– manufacture of overalls or casual clothing that provides human protection against the effects of electromagnetic radiation in the microwave range;

- production of shields (partitions) for functional zoning of premises;
- manufacture of covers for mobile phones and tablets.

They are characterized by the properties of elasticity and breathability. Mass per unit area is up to 1.0 kg/m<sup>2</sup>.

Values of the attenuation coefficient of microwave radiation is from –20.0 to –45.0 dB.

Values of the absorption coefficient of microwave radiation is up to 0.9.



Appearance

#### TECHNICAL ADVANTAGES

They are characterized by reduced mass per unit area.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

The products for protection of people from exposure to electromagnetic radiation in the microwave range will be developed.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Research or development (technological) work has been completed.

#### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Patent of the Republic of Belarus for the invention No. 23305.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Individuals. Enterprises, the activities of whose employees are connected with the use of equipment that is a source of electromagnetic radiation in the microwave range.

#### DEVELOPMENT MANAGER

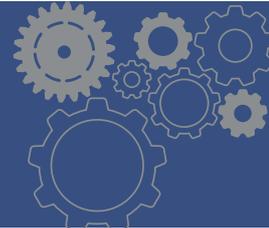
Olga Boiprav, Associate Professor of the Information Protection Department, PhD, Associate Professor.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: [smu@bsuir.by](mailto:smu@bsuir.by)

Phone: (+375 29) 572 48 53

# V. INTER-STATE EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION "BELARUSIAN-RUSSIAN UNIVERSITY"



## 8. TECHNOLOGY OF COMBINED MAGNETODYNAMIC ROLLING IN ACTIVE PROCESSING MEDIUM

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Increasing tribo-coupling life due to surface layer modification by combined treatment with a magnetic field and repeated deformation by pulsed impact performed in an active processing medium.

### TECHNICAL ADVANTAGES

The annual economic effect of introduction of the surface modification technology in low volumes in the testing phase is more than \$ 30,000.

Technology transfer, license sale, preparation of technical and design documentation, technology implementation support at customers' premises.

When implementing the technology at customers' premises, the time-cost characteristics of the developed project can be presented as follows:

- approval of technical specifications (time 5 %, cost 2 %);
- preparation of technical and design documentation (time 25 %, cost 28 %);
- manufacturing the tools necessary for the technology implementation (time 25 %, cost 50 %);
- the technology testing and implementation (45 % time, 20 % cost).

The total duration of the project is 10–12 months.



### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

A prototype has been released, the innovative product has been put into production.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

1. Patent 22193 BY, IPC B 24 B 39/02. Method and device for finishing and strengthening treatment of the inner surface of the hole in a ferromagnetic part / V. K. Sheleg, A. M. Dovgalev, A. A. Zholobov, D. M. Svirepa, S. A. Sukhotsky // applicant and patent holder Belarusian-Russian University. — No. a20140015; applied on 03.01.14; published on 30.10.18, Bulletin No. 4. — 7 p.
2. Patent 2029667 RF, IPC 6 B 24 B 39/02. Method of finishing and strengthening treatment and the tool for its implementation / A. M. Dovgalev (RB); the applicant and the patent holder A. M. Dovgalev. — No. 4400120; applied on 29.03.88; published on 27.02.95, Bulletin No. 6. — 5 p.
3. Patent 2023578 RF, IPC 6 B 24 B 39/00. Method of finishing and strengthening treatment / A. M. Dovgalev (RB); applicant and patent holder A. M. Dovgalev. — No. 4732049/27; applied on 22.08.89; published on 30.11.94, Bulletin No. 22. — 5 p.
4. Patent 2068770 RF, IPC 6 B 24 B 39/02. Method of surface plastic deformation and the tool for its implementation / A. M. Dovgalev (RB); applicant and patent holder A. M. Dovgalev. — No. 4922542/27; applied on 29.03.91; published on 10.11.96, Bulletin No. 31. — 7 p.

5. Patent 2089373 RF, IPC 6 B 24 B 39/02. Method of surface plastic deformation and the tool for its implementation / A. M. Dovgalev (RB); applicant and patent holder A. M. Dovgalev. — No. 4924841/02; applied on 05.04.91; published on 10.09.97, Bulletin No. 25. — 7 p.

6. Patent 2052331 RF, IPC 6 B 24 B 39/02. Method of surface plastic deformation of rotational surface and the tool for its implementation / A. M. Dovgalev (RB); applicant and patent holder A. M. Dovgalev. — No. 4854644/08; applied on 27.07.90; published on 20.01.96, Bulletin No. 2. — 6 p.

7. Patent 17545 BY, IPC B 24 B 39/06. Tool and method of magnetodynamic strengthening of a flat surface of a component / A. M. Dovgalev, S. A. Sukhotsky; applicant and patent holder Belarusian-Russian University. — No. a20111278; applied on 03.10.11; published on 30.06.13, Bulletin No. 2. — 9 p.

8. Patent 17976 BY, IPC B 24 B 39/02. Method of magnetodynamic strengthening of the inner surface of a round hole in a metal part / A. M. Dovgalev, D. M. Svirepa; applicant and patent holder Belarusian-Russian University. — No. a20120052; applied on 16.01.12; published on 30.08.13, Bulletin No. 3. — 5 p.

In total, 60 patents for the invention have been received under the project.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

This technology can be used in machine-building, automotive manufacturing, aircraft manufacturing, ship-building, instrument-making, repair enterprises and other metalworking companies.

### DEVELOPMENT MANAGER

Aleksandr Dovgalev, Dean of the Faculty of Pre-University Training and Career Guidance, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: rct.bru@tut.by

Phone: (+375 44) 345 40 56

## 9. AUTOMATED WELDING PROCESS REGISTRATION SYSTEM

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Scope of application Control over compliance with the technology during welding operations at high-risk facilities.

Technical specifications the system includes:

- hardware part: a recorder of welding process parameters with sensors of welding current, arc voltage, welding speed, ambient temperature and humidity, preheating temperature and near-heat zone temperature;
- registrar software, server part, client applications;
- database: instructions for the welding process, employees, welding equipment, welding tasks and passports of welded joints.

### TECHNICAL ADVANTAGES

Identification on the Registrar installed on each welding machine of the welder and the head of welding works on the certificate with the RFID tag.

Selection of the required welding task from the Registrar's database and the welding modes required for installation on the welding machine.

Storing data on welding mode parameters in non-volatile memory and transferring them to the server for storage via GSM communication.

Real-time viewing of welding mode parameters via the client application.

Issuance of a sound signal by the Registrar and warning messages (SMS) to the head of welding operations



when the parameters of the welding mode go beyond the set limits.

Determining the location of the welding machine by the GPS coordinate of the Recorder, displaying its status on the map.

Drawing up a passport for each welded joint.

Formation of reports on the work of welders, welding equipment.

#### **EXPECTED RESULT OF APPLICATION**

Improving the quality of welding work. Documentary confirmation of welding quality.

#### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

Research or development (technological) work has been completed, a prototype was released. Passes production tests.

#### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

1. Utility model patent No. 12889, application No. u20210320, IPC B23K 9/10. Registrar of welding process parameters / S. V. Bolotov, V. N. Pochuiko, N. K. Bobkov; application 13.12.2021; publ. 01.04.2022.

2. Certificate of registration of computer program No. 1475 Republic of Belarus. Automated system of registration of welding processes / S. V. Bolotov, K. V. Zakharchenkov, V. A. Furmanov, E. V. Makarov; applicant and copyright holder Interstate Educational Institution of Higher Education "Belarusian-Russian University"; application 13.12.2021; publ. 24.01.2022. — 1 p.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Enterprises and organizations that carry out welding work at high-risk facilities, certification centers for welders, welding processes.

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Sergey Bolotov, Dean of the Electrotechnical Faculty of the Belarusian-Russian University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

#### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: s.v.bolotov@mail.ru

Phone: (+375 29) 699 31 56

## **10. ARC WELDING OF STRUCTURAL STEELS WITH DOUBLE JET COAXIAL SUPPLY OF SHIELDING GAS COMPONENTS**

#### **BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT**

The technology is aimed to improve the technological and economic parameters of arc welding of structural steels by forming a shielding gas mixture of variable composition directly in the arc burning zone by mixing independent jets of argon and carbon dioxide coaxially fed into the arc.

#### **TECHNICAL ADVANTAGES**

This fundamentally new technology is substantially superior to the existing analogues in terms of economic and process parameters. Its main advantage is the option of using the existing welding equipment, and the equipment upgrading does not involve significant costs.

The directions for further development:

– control of welding parameters by nanostructural modification of the flow of shielding gas mixture during arc welding;

– welding of high-strength steels and alloys with adding SF<sub>6</sub> fluorinated gas components to reduce hydrogen saturation of metals.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Improving the efficiency of the gas shielded arc welding in for welding metal structures at enterprises of the Republic of Belarus and the CIS countries.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Ready to be used in production.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

1. Device for gas flow visualization V. P. Kulikov, Yu. A. Tsumarev, A. O. Koroteev, D. A. Oleshkevich; applicant and patent holder State Scientific Institution "Institute of Powder Metallurgy". — 7645 BY, IPC B 23 K 9/00 — No. u20110199; applied on 2011.03.23; published on 2011.10.30;

2. Overlapping welded joint of plates Yu. A. Tsumarev, A. R. Luchenok, A. O. Koroteev; applicant and patent holder State Scientific Institution "Institute of Powder Metallurgy". — 6412 BY, IPC B 23 K 33/00 — No. u20091018; applied on 2009.12.03; published on 2010.08.30.

3. Design of edge bevel of fixed joints with a fillet seam Yu. A. Tsumarev, V. A. Popkovsky, V. N. Klochkov, A. O. Koroteev; applicant and patent holder State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University". — 6805 BY, IPC B 23 K 33/00 — No. u20100432; applied on 2010.05.06; published on 2010.12.30.

4. Design of edge bevel of fixed joints with a fillet Yu. A. Tsumarev, V. A. Popkovsky, V. N. Klochkov, A. O. Koroteev; applicant and patent holder State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University". — 6799 BY, IPC B 23 K 33/00 — No. u20100431; applied on 2010.05.06; published on 2010.12.30.

5. Slot welding of plates Yu. A. Tsumarev, V. T. Shmuradko, A. O. Koroteev; applicant and patent holder State Scientific Institution "Institute of Powder Metallurgy". — 6869 BY, IPC B 23 K 33/00 — No. u20091026; applied on 2009.12.04; published on 2010.12.30.

6. Plate welding Yu. A. Tsumarev, N. V. Kirshina, A. O. Koroteev; applicant and patent holder State Scientific Institution "Institute of Powder Metallurgy". — 7204 BY, IPC B 23 K 33/00 — No. u20100813; applied on 2010.09.29; published on 2011.04.30.

7. Form for preparation of edges of a fixed joint with fillet seams V. V. Desiatnik, Yu. A. Tsumarev, V. A. Popkovsky, V. N. Klochkov, A. O. Koroteev; applicant and patent holder State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University". — 7125 BY, IPC B 23 K 33/00 — No. u20100430; applied on 2010.05.06; published on 2011.04.30.

8. Device for gas flow visualization V. P. Kulikov, Yu. A. Tsumarev, A. O. Koroteev, D. A. Oleshkevich; applicant and patent holder State Scientific Institution "Institute of Powder Metallurgy". — 7645 BY, IPC B 23 K 9/00 — No. u20110199; applied on 2011.03.23; published on 2011.10.30.

9. Device for welding bath protection A. O. Koroteev, V. P. Kulikov, Yu. A. Tsumarev; applicant and patent holder State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University". — 10194 BY, IPC B 23 K 9/16 — No. u20130946; applied on 2013.11.18; published on 2014.08.30.





10. Device for welding bath protection A. O. Koroteev, V. P. Kulikov, Yu. A. Tsumarev; applicant and patent holder State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University". — 10194 BY, IPC B 23 K 9/16 — No. u20130946; applied on 2013.11.18; published on 2014.08.30.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Welding in mechanical engineering, petrochemistry, power engineering, automotive industry and construction.

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Artur Koroteev, Head of the Department of Welding Equipment and Technology, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

#### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: karatseyeu\_artur@fastmail.com

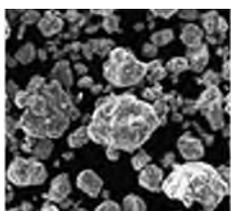
Phone: (+375 29) 845 49 70

## **11. MECHANICALLY ALLOYED COMPOSITE POWDERS FOR GAS THERMAL COATINGS**



#### **BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT**

Powders for gas-thermal spraying are obtained by the method of reactive mechanical alloying, which consists in processing in an energetically stressed mill-mechanoreactor a mixture of the initial powdered components of the matrix metal and elements interacting with the base or with each other to form hardening phases. The resulting powders and coatings from them are characterized by higher hardness and heat resistance. The coatings have increased wear resistance.



The proposed technology makes it possible to obtain powders of almost any chemical composition.

In addition to metal powders, the technology makes it possible to obtain metal-ceramic materials, as well as ceramic-based powders.

#### **TECHNICAL ADVANTAGES**

Coatings from the developed powders are characterized by higher heat resistance, hardness and wear resistance, while their cost does not exceed the cost of mass-produced materials. It is possible to adjust the chemical composition, as well as the average particle size of the resulting powders.

#### **EXPECTED RESULT OF APPLICATION**

The developed materials will increase the efficiency of the restored and hardened parts, reduce the cost of materials, and ensure import substitution.

#### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

The innovative product has been put into production.

#### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

The development is not protected by legal documents.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

The development is used at JSC "BMZ", CJSC "Remeza", JSC "KuibyshevAzot", JSC "Mogilevkhimvolokno".

### DEVELOPMENT MANAGER

Alexey Fedosenko, Associate Professor of the Department of "Technologies of Metals", Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: 5trannik@tut.by

Phone: (+375 29) 546 96 34

## 12. TECHNOLOGY FOR INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF TOOLING AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Increasing the wear resistance of tooling and technological equipment is carried out due to the structural-phase modification of the surface layer of the product as a result of bombardment of working surfaces with charged particles under the influence of the cathode drop in the potential of a glow discharge with a near-cathode magnetic field.

### TECHNICAL ADVANTAGES

Simplicity of the design of the equipment used. There are no strict requirements for the quality of surface preparation. Possibility of processing products of complex shapes. Economical process. Short processing time (up to 45 minutes). Preservation of structural dimensions and macrogeometry of products. Environmental Safety. The processing is carried out in an environment of residual atmospheric gases, and the process does not involve any emissions into the atmosphere.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Increasing the wear resistance of tooling and technological equipment by 1.5–2.0 times.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

A prototype was released.

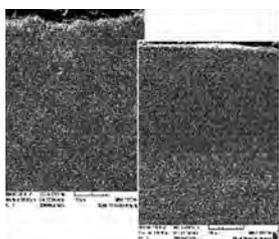
### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

1. Pat. No. 6261 BY, U B 23 B 27/00 Polyhedral plate made of hard alloy / V. M. Shemenkov; applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. 200900812 application. 02/10/2009 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2010. — No. 3. — P. 165.

2. Pat. No. 14716 BY, U C 21 D 1/78 Method of strengthening products made of metal or alloy, or super-hard material, or graphite-containing material / V. M. Shemenkov, A. F. Korotkevich; applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. 20091136 application. 07/27/2009 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2011. — No. 1. — P. 28.

3. Pat. No. 8733 BY, IPC C 23C 14/00. Vacuum installation for hardening a product with a glow discharge / V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, A. L. Shemenkova, A. F. Korotkevich, D. S. Galyuzhin, N. A. Galyuzhina, K. A. Bodyako (BY); applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. u20120383 application. 04/05/2012 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2012. — No. 6. — P. 224.





4. Pat. No. 8865 BY, IPC F 04 D 25/04. Cam mechanism / V. M. Shemenkov, M. A. White (BY); applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. u20120522 application. 05/18/2012 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2012. — No. 6. — P. 234.

5. Pat. No. 9478 BY, MPK C 23 C 14/00 Vacuum installation for hardening products under the complex influence of a glow discharge and a constant magnetic field: / V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, V. V. Malutin, A. L. Shemenkova, A. S. Batrakov (BY); applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. 20121152 application. 12/26/2012 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2013. — No. 4. — P. 231.

6. Pat. No. 10062 BY, MPK C 23 C 14/00 Vacuum installation for strengthening products with a glow discharge / V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, V. V. Malutin, A. L. Shemenkova, A. S. Batrakov, S. S. Tumakov, V. A. Gerasimovich (BY); applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. 20130503 application. 06/11/2013 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2014. — No. 2. — P. 147.

7. Pat. No. 19126 BY, IPC C 23C 14/38 C 23 C 8/00. Method of strengthening products made of metal or alloy, or superhard material / V. M. Shemenkov, M.A. White (BY); applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. 20120561 application. 12/30/2013 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2015. — No. 2. — P. 68.

8. Pat. No. 19886 BY, MPK C 23 C 14/38, C 23 C 8/00 Method of strengthening products made of metal, or alloy, or superhard graphite-containing material / V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, V. V. Malutin, A. L. Shemenkova, A. S. Batrakov, S. S. Tumakov, V. A. Gerasimovich (BY); applicant and patent holder State institution of higher professional education "Belarusian-Russian University". — No. a20130250 application. 02.26.2013 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2016. — No. 1. — P. 104.

9. Pat. No. 11063 BY, MPK C 23 C 14/00 Vacuum installation for strengthening products in a gas glow discharge / V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, A. L. Shemenkova, P. G. Zhukovets (BY); applicant and patent holder V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, A. L. Shemenkova, P. G. Zhukovets — application No. u20150346 10.13.2015 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2016. — No. 3. — P. 132.

10. Pat. No. 11108 BY, MPK C 23 C 14/00 Installation for strengthening tool and technological equipment / V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, A. L. Shemenkova, P. G. Zhukovets (BY); applicant and patent holder V. M. Shemenkov, M. A. Belaya, A. L. Shemenkova, P. G. Zhukovets — application No. u20150347 10.13.2015 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2016. — No. 4. — P. 191.

11. Method of strengthening a product made of metal, or alloy, or superhard, or graphite-containing material: Patent No. 21735 RB, MPK C 23C 8/06, C 23C 14/38 / Shemenkov V. M., Belaya M. A., Shemenkova A. L., Zhukovets P.G. (BY) — No. a20150619; appl. 2015.12.11 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2018. — No. 2. — P. 107.

12. Method of strengthening products made of metal, or alloy, or superhard, or graphite-containing material: Pat. No. 22048 RB, MPK C23 C23 C 8/00 / Shemenkov V. M., Trukhachev F. M., Obidina O. V., Belaya M. A., Shemenkova A. L. (BY) — No. a201602207; appl. 2016.06.06 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2018. — No. 4. — P. 92.

13. Method of complex nitriding of products made of metals, or alloys, or metal-containing materials: Pat. No. 22062 RB, PMK C 23C 8/36. / Shemenkov V.M., Belaya M.A., Shemenkova A.L. Lipsky A.E., Rabyko A.S. (BY) — No. a 20160195; appl. 2016.06.01 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2018. — No. 4. — P. 92.14. Method of applying a protective wear-resistant metal-based coating to a product made of metal, or alloy, or graphite-containing material: Pat. No. 22143 RB, C 23C 14/06, C 23C 14/35 / Shemenkov V. M., Belaya M. A., Shemenkova A. L. (BY) — No. a 20160208; appl. 2016.06.06 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2018. — No. 4. — P. 93.

15. Method of strengthening products made of metals, or alloys, or superhard materials in a glow discharge using an electromagnetic system No. 22366 RB, MPK S23S 14/38 / Shemenkov V.M., Makovetsky I.I., Zelenin V. A., Belaya M. A., Shemenkova A.L., Rabyko A.S., Eliseeva A.N. (BY) — No. a20170342; appl. 09.18.2017 // Official Bulletin / National Intellectual Property Center. — 2019. — No. 1. — P. 113.

16. Method of hardening the surface of a part No. 23852 RB, MPK C 21D 1/09, C 21D 1/04, C 21D 1/38, C 23C 8/00, C 23C 14/38 / Shemenkov V.M., Devoino O. G., Rabyko M.A., Shemenkov V.V., Eliseeva A.N. Meshkova V.V. (BY) — No. a220200373; appl. 12/21/2020.

17. Method of strengthening a product made of metal, or alloy, or superhard material conducting electric current in a glow discharge in a magnetic field No. 23837 RB, MPK C 23C 14/35/ Shemenkov V. M., Rabyko M. A., Shemenkov V.V., Poltoratsky S. G., Eliseeva A. N., Rabyko A.S. (BY) — No. a20190316; appl. 11/11/2019.

18. Method of hardening the surface of a metal or alloy product No. 23381 RB, MPK C 23C 8/00/ Shemenkov V.M., Rabyko M.A. (BY) — No. a 20190143; appl. 05/15/2019.

19. Method for complex processing of a product made of metal, or alloy, or graphite-containing material No. 23734 RB, IPC C 23C 14/00, C 21D 1/09/ Shemenkov V. M., Vegera I. I., Rabyko M. A., Shemenkov V. V., Eliseeva A. N. (BY) — No. a20200356; appl. 12/14/2020.

20. Method of hardening the surface of a cylindrical hole in a metal part No. 23750 RB, MPC C 23C 14/00, C 21D 1/09/ Shemenkov V.M., Svirepa D.M., Rabyko M. A., Dovgalev A. M., Shemenkov V. V., Eliseeva A. N., Kruchina A. S. (BY) — No. a20200366; appl. 12/18/2020.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Used at OJSC “Mogilevftmash”, OJSC “TAiM”, Private Research and Production Enterprise “Technolit”.

### DEVELOPMENT MANAGER

Vladimir Shemenkov, Head of the Department of Mechanical Engineering Technology;

Marina Rabyko, Senior Lecturer of the Department of Mechanical Engineering Technology.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: vshemenkov@yandex.by

Phone: (+375 44) 740 06 64





## 13. TECHNOLOGICAL TOOLING FOR PAD PRINTING

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

In footwear production, various ink patterns are applied to the upper and lower parts of footwear using the pad printing method. Figure 1 shows the contours of the parts of the shoe upper: left and right tibs 1 with the image of the pattern 2, which is carried out by tampon printing.

The technological tooling blank is shown in Figure 2. The technological tooling blank 1 is made of shoe cardboard. In its area eight base holes 3 are made, with the help of which the tooling is put on the base pins, which are located on the movable table of the machine for pad printing. In addition, corrugations 2 are made on the blank of the technological tooling to show the size of the part. One corrugation corresponds to the smallest size of the shoe model, nine corrugations — to the largest. The same principle of marking the sizes with corrugations is used on the shoe upper parts.

The contours of the graded patterns are shown in figure 3. In the Figure 3 are marked 1 — contours of the patterns, 2 — contours of the pattern location.

The obtained contours for the pattern location after transformation, transferred to the workpiece of the technological tooling 4, are shown in Figure 4. Figure 4 shows the graded contours 1 of the right tibia, graded contours 3 of the left tibia and contour 2 of the pattern location, which is common for the right and left tibia of each size as a result of the transformations.

Let us make eight copies of the contours shown in Figure 4. Then in each copy we leave only one size and the number of corrugations corresponding to the size. Contours 1 and 3 overlap. We delete part of the contours that belong to areas 1 and 3. We obtain a common contour belonging to the contour part of the right and left shoe upper, which will be based in the nest on the contour part.

The obtained contour is shown in the Figure 5. Figure 5 shows 1 — the workpiece of the technological tooling, 2 — the nest for placing the right and left parts, in which the basing is carried out according to the part of the contour, 3 — the corrugations. In Figure 5, the number of corrugations corresponds to the largest size of the model.

Each plate of the technological tooling is cut on a cutting plotter. Layout of plates during manufacturing is shown in Figure 6.

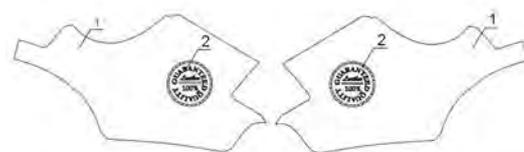


Figure 1. Footwear upper details:  
1 — details of the shoe upper blank;  
2 — pad printing pattern

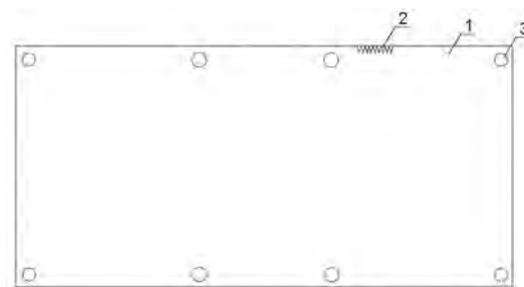


Figure 2. Details of a shoe upper and blank technological tooling:  
1 — blank of the technological equipment;  
2 — corrugations indicating the size of the parts;  
3 — basing holes

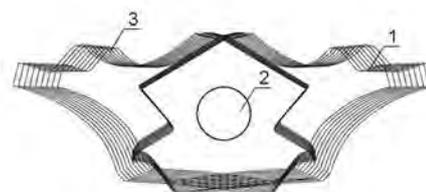
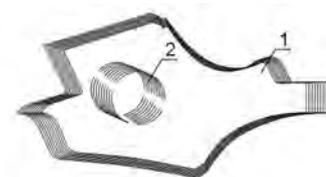


Figure 3. Graded details of the upper:  
1 — design graded contours of the patterns;  
2 — location of the image on the patterns of each size

## TECHNICAL ADVANTAGES

The developed design of the tooling provides placement of shoe upper parts for accurate patterning on the tampo printing machine, eliminates multiple manual readjustment of the machine when switching to a new model size. The use of the tooling improves labour conditions and increases the speed of the technological process. The advantages of the tooling are also its versatility, simplicity of design and manufacture, reusability.

## EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Increase in labour productivity by 20 % on average.

## CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Development is implemented into production.

## INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

The product is protected in accordance with the copyright laws of the Republic of Belarus.

## POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Shoe factories of the Republic of Belarus and foreign countries.

## DEVELOPMENT MANAGER

Artur Buyevich, Associate Professor of the Chair of Engineering Physics, Candidate of Technical Sciences;

Denis Smirnov, Student of the VSU named after P. Mashe-rov;

Vladislav Kapranov, Student of the VSU named after P. Masherov.

## CONTACT INFORMATION

E-mail: arturby@gmail.com

Phone: (+375 29) 399 10 92

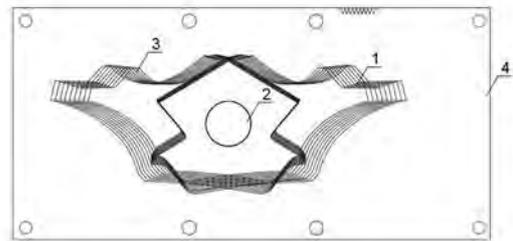


Figure 4. Graded upper parts after transformations on the tooling blank:

- 1 — design graded contours of the right patterns;
- 2 — location of the image on the parts of each size;
- 3 — design graded contours of the left patterns

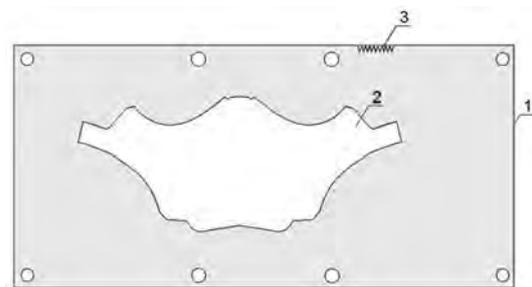


Figure 5. Blank tooling for the largest size of the top parts:

- 1 — blank of the technological tooling;
- 2 — nest for stacking the right and left patterns;
- 3 — corrugations indicating the size of the patterns

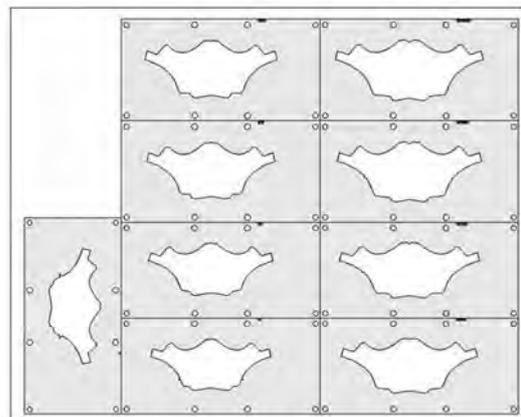


Figure 6. Layout of the plates of the technological tooling



## 14. TOOLING FOR LASER COMPLEX

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The developed tooling is used for basing parts in the working area of the laser complex.

The tooling for the laser complex consists of two plates and includes holes for basing in the working area and orientation holes. The plates are made of shoe cardboard on a cutting plotter. The developed basing system allows the tooling to be used repeatedly.

In the factory version, the work table does not have any elements with the help of which it is possible to base the cassette. Therefore, the design of the work table was supplemented with basing elements. The design of the modernized table is shown in Figure 1. In the modernized table, plates 2, 4, 5 with basing elements 7 are fixed on the honeycomb plate 1. On the corner plates 2 and 5 there is one basing element 7 each. On the middle plate 4 there are two basing elements 7.

Two universal plates with dimensions 600\*600 mm are used to cover the entire working field of the cassette. The arrangement of the baseplates on the work table allows each plate to be mounted on three baseplates. The plate dimensions correspond to half of the working field of this laser complex. The plate sizes should be multiples of the working field of the equipment. For laser systems with a working field of 1,200\*1,200 four universal plates should be used.

Figure 2 shows the universal plate 1 of the technological equipment with the basing holes 2 and mark 3, designed for basing and correct orientation of the plate at repeated use on the working table of the laser complex. The universal plate is made of shoe cardboard on a cutting plotter.

Depending on the size of the processed parts, the volume of production, the technological process of processing on the laser complex can be used as a technological tooling one universal plate, shown in Figure 2, or a cassette consisting of two universal plates, shown in Figure 3.

Figure 3 shows a tooling consisting of two universal plates: left 1.1 and right 1.2. The plates are glued together with a tape 2, which allows folding the cassette in half for easy storage.

After the technological tooling is installed on the laser complex, the contours of the parts to be machined are marked; the model number and the dimensions of the parts are applied. The technological tooling is made in two copies to ensure the overlapping of the operation of placing the parts on the plates of the cassette and the technological operation of processing on the laser complex.

Figure 4 shows the details of the shoe upper blank with laser perforation, which is manufactured using the developed tooling.

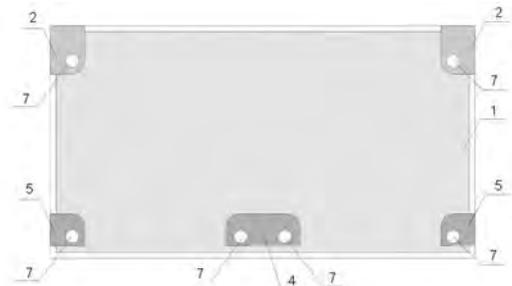


Figure 1. Modernized workpiece stacking table with base elements:  
1 — Cellular desk;  
2, 4, 5 — covers on the Cellular table;  
7 — positioning holes

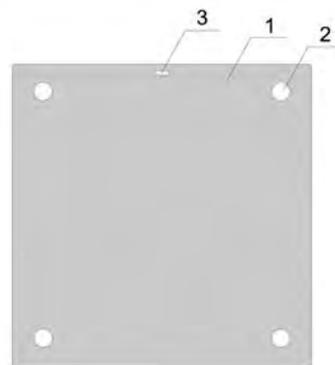


Figure 2. Universal plate of technological tooling for laser complex:  
1 — plate;  
2 — positioning holes;  
3 — orientation holes

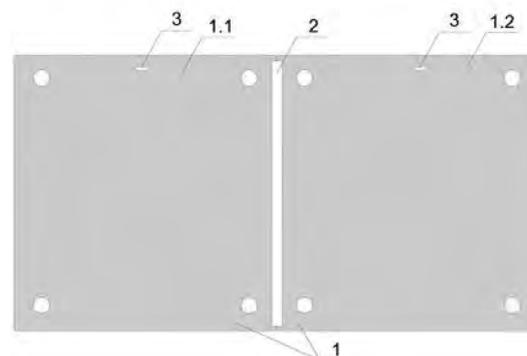


Figure 3. Technological tooling for laser complex:  
1 — tooling as a complete;  
1.1 — left plate;  
1.2 — right plate;  
2 — connecting strip;  
3 — orientation holes

### TECHNICAL ADVANTAGES

The developed design of the tooling is unique and differs from the analogues as follows: the presence of the base system, multiple use, the possibility of folding for storage.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Increase in labour productivity by 30–40 % on average.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Development is implemented into production.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

The product is protected in accordance with the copyright laws of the Republic of Belarus.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Shoe factories of the Republic of Belarus and foreign countries.

### DEVELOPMENT MANAGER

Artur Buyevich, Associate Professor of the Chair of Engineering Physics, Candidate of Technical Sciences;  
Maksim Belyaev, Student of the VSU named after P. Masherov;  
Denis Petrov, Student of the VSU named after P. Masherov.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: arturby@gmail.com

Phone: (+375 29) 399 10 92

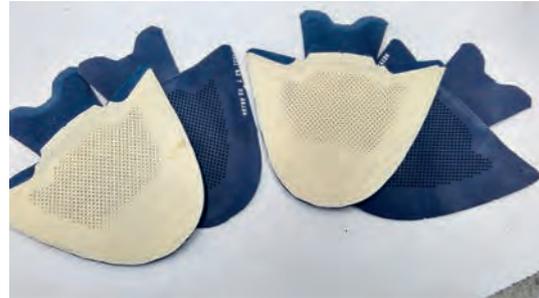


Figure 4. Perforation of shoe upper blank parts manufactured with the developed tooling

## 15. CAD OF THE SURFACE SWEEP OF TRUNCATED FOUR-SIDED PYRAMID

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The developed integrated CAD allows to expand the capabilities of CAD systems used at the enterprise.

CAD of the surface sweep of a truncated tetrahedral pyramid is a software tool that allows to build in an automated mode the surface sweep of a truncated tetrahedral pyramid with division of the sweep along the large side by an arbitrary secant plane. CAD allows to provide integration of the data of the surface sweep of the truncated tetrahedral pyramid into the CAD system operating at the enterprise; to increase labour productivity, to improve working conditions and to expand the range of products.

The window of the programme “CAD of pyramid sweep” shown in Figure is similar to CAD “Profile Master” PM2000. The window of the programme “Pyramid sweep CAD” is divided into two areas. The truncated pyramid data input panel is the right part of the window and the graphical display panel is the left part of the window. The left panel displays projection views of the truncated tetrahedral pyramid with letter indication of the main parameters. The image is static, allowing the user to clearly visualise the value of each parameter.

The following parameters of the truncated pyramid are used as variable parameters (input data): length and width of the base, length and width of the section surface, height of the pyramid, displacement values of the section surface from the base (2 variable parameters), allowances for as-



CAM\_by.exe programme icon



sembly of the pyramid and allowances for joining external products (3 variable parameters). In total, 12 variables are used in the programme to fully describe the truncated tetrahedral pyramid. All 12 parameters are presented both on the left and on the right panels. The language of messages and comments of the programme is Russian. Font size and colour — 14 pt. Such font size should be sufficient for work in the workshop conditions with weak and uneven illumination. Reliability of the software operation is ensured by the technology of protection against incorrect input of values and access to non-existent data, as well as by the reliability of the operating system installed at the enterprise.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

CAD of surface sweep of truncated tetrahedral pyramid surface allows to provide integration of data of surface sweep of truncated tetrahedral pyramid into CAD operating at the enterprise; to increase labour productivity, to improve working conditions and to expand assortment of output products.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Increase in labour productivity in the design of the reamer by ITR by 10 times. Increase in labour productivity by 10–20 % on average when assembling the reamer into a body.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Development is implemented into production.

#### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

The product is protected in accordance with the copyright laws of the Republic of Belarus.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Electronic presentation. Video presentation of the programme operation.

#### DEVELOPMENT MANAGER

Artur Buyevich, Associate Professor of the Department of Engineering Physics, Candidate of Technical Sciences;

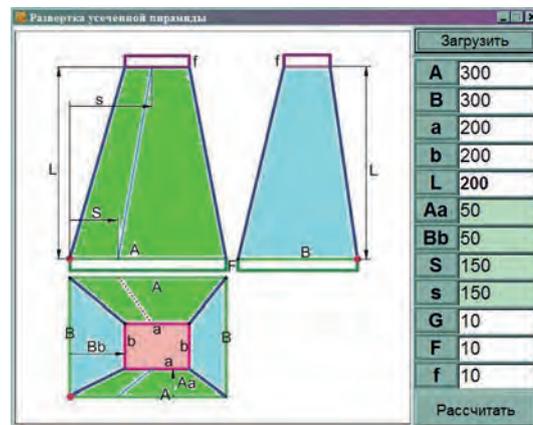
Ksenia Bendikova, Student of the VSU named after P. Masherov;

Andrey Simakov, Student of the VSU named after P. Masherov.

#### CONTACT INFORMATION

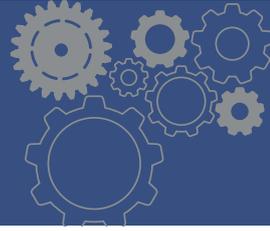
E-mail: arturby@gmail.com

Phone: (+375 29) 399 10 92



Window of the program "CAD of pyramid sweep" with entered data

## VII. EDUCATIONAL INSTITUTION “YANKA KUPALA STATE UNIVERSITY OF GRODNO”



### 16. NANOCOMPOSITE ELECTRICALLY CONDUCTIVE LUBRICANTS

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Lubricating composite materials in the designs of friction units of machines, mechanisms, and technological equipment perform the function of an electrically conductive component in combination with an anti-wear component, ensuring the formation of separating films between the moving elements of the tribological system, reducing the likelihood of interaction of microroughnesses and the formation of wear particles due to adhesion, deformation and fatigue processes.

The essence of the technical solution of the declared project is to obtain nanosized metal particles directly in the environment of the lubricant composition by implementing the effect of adsorption interaction of the components immediately at the moment of formation from a metal-containing compound (in statu nascendi). The technology for producing nanocomposite electrically conductive lubricant compositions makes it possible to obtain compositions containing metal, metal-polymer and metal-carbon nanoparticles, which provide the necessary mechanism for the formation of a separating layer in a friction unit with a given level of current flow.

When using nanoparticles of high-conductivity metals with a spherical habit, not only contact conductivity is ensured, close to that of metal, but also high wear resistance of the tribological interface due to the formation of a separating, easily mobile layer with high resistance to multi-cycle deformation without destruction and alternating transfer. Such separating layers provide synergistic combinations of tribological and electrical characteristics.

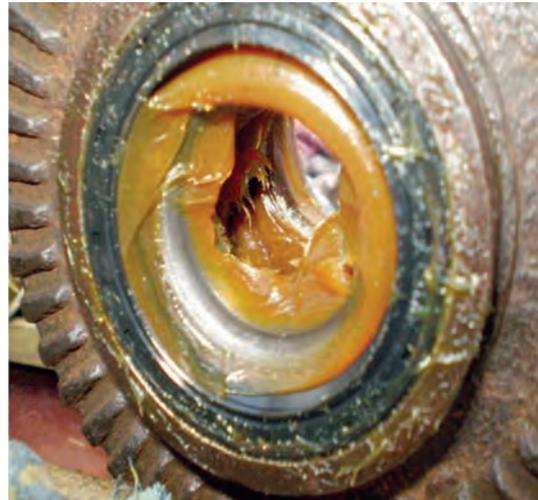
#### TECHNICAL ADVANTAGES

An important feature of the effectiveness of lubricating compositions is high electrical conductivity in combination with the formation of separating layers with the ability to undergo repeated deformation without destruction and alternating transfer during the operation of the tribological system without loss of tribological characteristics, including under extreme loads, sliding speeds, alternating nature of motion (reciprocating), in start and stop mode (start-stop mode).

When using metal-polymer nanoparticles as a functional modifier, an anti-wear effect is realized under conditions of corrosion-mechanical wear due to the implementation of a reversible phase transition “metal — metal-containing compound”. This transition increases the wear resistance of a heavily loaded friction unit by at least 3–5 times compared to a unit lubricated with effective grease such as “LITOL”, “CIATIM”, “ITMOL”, etc.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

During the implementation of the project, scientific principles will be created for the production of nanocomposite lubricants for heavily loaded friction units, including those operated when electric fields are applied with the simultaneous and reverse nature of the movement of tribosystem elements.



Practical use



#### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

Research or development (technological) work has been completed.

#### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

The nanocomposite electrically conductive lubricants contain know-how and can be patented by the customer to ensure their priority and protect the sales market.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

It is advisable to use the developed nanocomposite lubricants in mechanical engineering, electric transport, energy and the chemical industry to increase the service life of friction units operated in extreme conditions.

A special area of application for nanolubricants are sliding electrical contacts used in electrical machines, urban and railway electric transport, and in the operation of sliding connectors in electrical equipment of various designs.

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Struk Vasily Aleksandrovich, Professor of the Department of Materials Science and Resource-Saving Technologies of Yanka Kupala State University of Grodno, Doctor of Technical Sciences, Professor;

Antonov Alexander Sergeevich, Associate Professor of the Department of Materials Science and Resource-Saving Technologies of Yanka Kupala State University of Grodno, PhD, Associate Professor.

#### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: [antonov.science@gmail.com](mailto:antonov.science@gmail.com)

Phone: (+375 29) 265 99 36



Practical use

## VIII. EDUCATIONAL INSTITUTION FRANCISK SKORINA GOMEL STATE UNIVERSITY



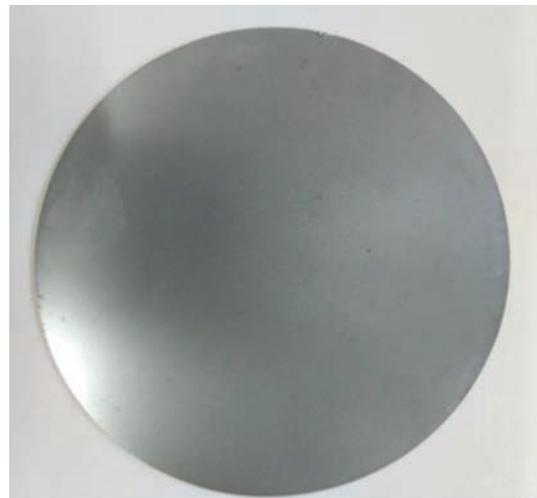
### 17. TECHNOLOGY OF HIGH-TEMPERATURE BONDING OF SILICON WAFERS FOR MICROELECTRONICS

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Technology has been developed for high-temperature bonding (1200 °C) of monocrystalline silicon wafers. Gluing was carried out using the composition based on silicon dioxide, which was applied to the surfaces to be joined by spraying.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

The basis of a number of microelectromechanical systems is a two-layer stack of silicon-glass wafers obtained by anodic bonding. The most common option is welding over the entire surface of plates with a thickness of 0.3–3.0 mm and a diameter of 30 to 150 mm. Within the volumes of welded silicon and glass wafers, corresponding structures are formed within single elements of a given shape and size (several mm). Subsequently, separation cutting is carried out into individual elements. The essence of the anodic welding process is to compress silicon and glass plates, heat them to a temperature of 200–550 °C and apply an electrical voltage of 200–2,000 V DC (anodic bonding).



Bonding of monocrystalline silicon wafers

When heated, sodium oxides in the glass split, under the influence of an electric field, positively charged alkali metal ions move from the boundary of contact with the silicon wafer, thereby leaving at the boundary a layer enriched with oxygen, which reacts with silicon, oxidizing it and forming a permanent layer. The main disadvantage of anodic welding is the need for expensive technological equipment during use, additional equipment for plates with Al metallization and in the case of integration of dissimilar materials, as well as the highest requirements for the geometry of the bonded plates.

To create a stable connection between plates of various materials, we propose to use a low-melting glassy composition formed by the sol-gel method. This minimizes the influence of the difference in temperature coefficients of linear expansion (TCLE) of the materials being joined and the intermediate layer. It is known that this difference should not exceed  $1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Otherwise, mechanical stresses induced by heating/cooling lead to cracking of the connected plates, disruption of the tightness of such a connection and its electrical properties.

The cost of one liter of aqueous suspension of silicon dioxide is \$ 20 (20 ml of ready-made suspension is used to connect a pair of plates), which is much cheaper than its analogues.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

This technology can be used to obtain SOI (silicon on insulator) structures and integrated circuit production technology.

Electronics industry enterprises are interested in the presented technology: JSC "Kremniy EL Group" (Bryansk, Russia), "Solar Silicon Technologies" (Podolsk).



#### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

Research work has been completed.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Electronics industry enterprises are interested in the presented technology: JSC "Kremniy EL Group" (Bryansk, Russia), JSC "Rusal Silicon Ural" (Sverdlovsk region), JSC "Solar Silicon Technologies" (Podolsk), JSC "Integral" (Minsk).

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Vladimir Gaishun, Head of the Department of Optics, PhD (Physics), Associate Professor.

#### **CONTACT INFORMATION**

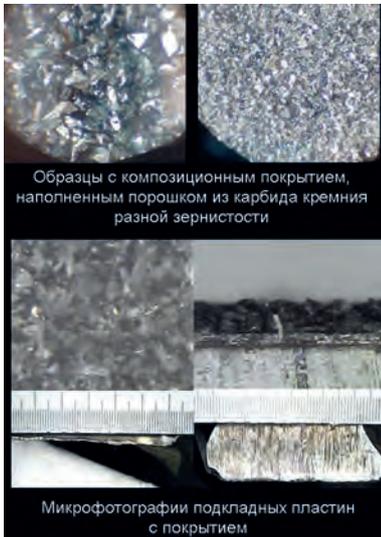
E-mail: [vgaishun@gsu.by](mailto:vgaishun@gsu.by)

Tel.: (+375 232) 50 38 22

## IX. EDUCATIONAL INSTITUTION SUKHOI STATE TECHNICAL UNIVERSITY OF GOMEL



Metal cutting tools



Friction damping composite materials

### 18. PROGRESSIVE MATERIAL PROCESSING METHODS AND METAL-CUTTING TOOLS

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Methods for processing complex surfaces are proposed based on the developed schemes of allowance shaping and cutting. Constructions of built-up progressive metal-cutting tools are developed, including mechanized ones. Friction damping composite materials and polymer- and metal-based coatings with abrasive-containing fillers are developed, which have been used as thin damping coatings on the base surfaces of built-up cutting tools and have provided increase in wear resistance and strength by 1.4 times. Material components are cheap and do not require processing. They increase the vibration resistance of built-up mechanical joints and the reliability of detachable and non-detachable joints by 1.4 times.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

Material components are cheap and do not require processing. They increase the vibration resistance of built-up mechanical joints and the reliability of detachable and non-detachable joints by 1.4 times. The proposed tool designs provide the increase of complex surfaces performance up to five times and reliability increase up to two times.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

The increase of processing efficiency, durability, vibration resistance and tools' reliability.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

The patents are obtained for the proposed compositions of materials and coatings, the technological documentation is developed, prototype models are manufactured and tested at Gomselmash Branch of Gomel Plant of Special Instrument and Technological Equipment, tooling constructions with coatings for leadscrew cutting are implemented into OJSC "Gomel Machine Tool Units Plant" production.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Patents for the following inventions are obtained:

- No. 12660 "Composite material for coating the contact surfaces of a prefabricated cutting Tool";
- No. 7400 "Polymeric friction composition";
- No. 19834 "Composite soldering material".

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Machine-building enterprises.

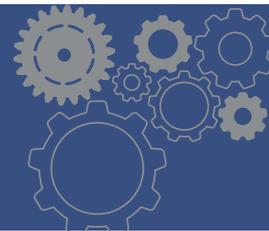
#### DEVELOPMENT MANAGER

Mikhail Mikhailov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Robotic Systems Department.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: mihailov@gstu.by

Tel.: (+375 232) 29 01 04



# X. EDUCATIONAL INSTITUTION "BELARUSIAN STATE UNIVERSITY OF TRANSPORT"

## 19. HYDROPHOBIC COMPOSITION FOR PREVENTIVE TREATMENT OF ASPHALT CONCRETE ROAD SURFACES

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

On a condition of highways affect:

- transport loads;
- weather and climatic factors.

The most adverse effect makes moderately continental climate with the Atlantic cyclones (the damp winter, frequent temperature drops). At the same time, increase in moisture content of asphalt concrete and the significant amount of transitions of temperature through 0 °C leads to increase in the destroying impact on surface.

Why there is a destruction of road surface?

Seasoning bituminous cement also influence of the water getting into material pores including to the emptiness of bitumen molecular lattice, leads to a spalling of the crushed stone cementing from the surface. At the same time, there is a hydration of volume bitumen and destruction of polar linkages in structure of asphalt concrete. Such destructive processes also influence of vehicles' wheels, cause cracking and removal from the surface layer the shallow particles of material. In a consequence, it leads to intensification of destruction process and emergence of holes on the surface.

Quality improving of road surfaces can be reached at distribution of the hydrophobic structure for preventive processing of asphalt concrete coverings of highways allowing:

- to create on surface also in cracks and pores of asphalt concrete coverings an armor water-repellent layer;
- to reduce covering material water saturation;
- to increase frost resistance of surface material;
- to raise an adhesion coefficient with wheels of vehicles;
- to expand a range of oil industry waste application also formed in the sphere of production and consumption.

For achievement of goals, the hydrophobic structure for preventive processing of asphalt concrete coverings of highways includes:

- the oil slime (oil processing waste) containing rubber — 50–80 %;
- organic solvent — 5–7 %;
- mineral filler — 8–16 %;
- water repellent — 7–27 %.

The asphalt distributor realizes distribution on the surface of the highway.

### Comparative analysis of operating characteristics of asphalt concrete

Index	Pure asphalt concrete	Processed asphalt concrete
Water absorption, %	0.02	0.008–0.012
Frost resistance index	0.84	0.94–0.96
Adhesice capacity	0.52	0.54–0.56

## The cost of materials for processing of roads

Name	The surface processing of covering		Processing by preventive structure	
	Demand	Cost	Demand	Cost
Crushed stone of fraction 10–15 mm	11.5 kg/m <sup>2</sup>	10.0 \$/t	–	–
Bituminous cationic emulsion	0.85 l/m <sup>2</sup>	325.0 \$/t	–	–
Oil processing waste	–	–	0.52 l/m <sup>2</sup>	10.0 \$/t
Organic solvent	–	–	0.05 l/m <sup>2</sup>	660.0 \$/t
Mineral filler	–	–	0.15 kg/m <sup>2</sup>	20.0 \$/t
Water repellent	–	–	0.03 l/m <sup>2</sup>	3,300.0 \$/t
Total costs of materials	0.39 \$/m <sup>2</sup>		0.14 \$/m <sup>2</sup>	

### TECHNICAL ADVANTAGES

To date, the following protective coatings are carried out in the Republic of Belarus: surface treatment, which is the distribution of binder and crushed stone on the surface of the highway according to RD 0219.1.07-2002, laying of cold cast asphalt concrete mixture according to STB 2036, the device of a thin-layer asphalt concrete coating according to Novachip technology in accordance with RD 0219.1.09-99. The most common is surface treatment using cuboid crushed stone fractions of 5–10 and 10–15 mm and bitumen emulsion as a binder, which is carried out in volumes of about 1,500 km in each region of the country. The main disadvantages of these technologies are sensitivity to external factors (in particular, the inability to perform work at temperatures below +5 °C), a long period of restriction of movement on the freshly laid layer, high cost of work. The cost of materials for preventive treatment with the proposed hydrophobic composition is two times lower than that of the traditional method.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Preventive processing of asphalt concrete covering by the developed composition allows prolonging its endurance by 1.5 times also to increase by 10 % an adhesion coefficient with wheels of vehicles. Annual economic effect at processing 1 km of the highway of the 4th technical category is \$ 6.52 thousand.

At processing of 100 km — \$ 652.4 thousand, that corresponds to payback period of equipment for obtaining preventive mixture 0.7 years or one season.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Implementation in road construction organizations.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

The development is protected by four patents of the Republic of Belarus.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Organizations and enterprises that serve the network of local (regional) highways; organizations of the Ministry of Transport and Communications that serve the network of republican highways; organizations and utilities that serve urban road networks (streets).

### DEVELOPMENT MANAGER

Dmitry I. Bochkaryov, Dean of the Construction Faculty, PhD, Associate Professor.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: bochk\_dmitr@mail.ru

Phone: (+375 44) 789 50 28



## 20. ORGANIZATION OF PRODUCTION OF ACTIVATED CRUSHED STONE FROM GRANITE ROCKS FOR ROAD-BUILDING MATERIALS WITH INCREASED DURABILITY

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The practice of applying of black concrete, bituminous concrete and emulsive-mineral blends obtained from traditional materials in road building demonstrates their low durability due to low corrosion resistance. It can be explained by the defects in the structure of these materials, which are concentrated in the mineral materials and adhesive substances zone of contact. The modification of crushed stone surface and sand be activated mixtures allows to get rid of this defect and significantly increase the quality of road building materials.

At present the method of chemical modification of granite material surface used for the production of black concrete by means of polyvalent metal acids has been developed. This method allows to produce activated crushed stone. The granite modification by ions of polyvalent metals such as  $Al_{+3}$ ,  $Cr_{+3}$ ,  $Fe_{+3}$ ,  $Ti_{+4}$  having the ion radius 0.71 Å for  $Al_{+3}$  and 0.64 Å for  $Cr_{+3}$  and having the interactive energy with silica 0.715 and 0.392 eV respectively allows to reinforce the contact zone with the concrete glue to the depth of 1–2 nm. This method prevents water wedges which has lower interaction energy with modified surface (0.094 and 0.108 eV respectively). The strength of concrete can be increased on an average by 40–50 % and freezing resistance by 30–35 %.

The efficient strengthening of adhesive interaction in the “mineral material-organic adhesion” system of the emulsive-mineral mixtures can be obtained by means of crushed stone processing by aqueous solutions of anion surface-active agents. Their activity leads to election-donor centers on the activated surface, causing the minus charges which interact with plus charges molecules of basic ion bituminous emulsion with strong adhesive connections and as a result leads to of the emulsive-mineral blend. The blend's compressive strength increases 1.4-1.5-fold the module of permanent set in case of collapse — 1.15–1.20-fold while water saturation decreases 1.3–1.4-fold.

The granite activated surface is able to absorb bituminous compounds including hydroxyl (-OH), carbonyl (=C=O), carboxyl (-COOH), ester ether (-COOR) groups and aromatic polycyclic structures having nitrogen and sulphur with undivided electron pairs which can be the donors of electrons. Bituminous concrete on the basis of mineral materials with activated surface has 30 % higher ratio of long water resistance in the solution of anti-icing materials in comparison with conventional one. The decrease of bituminous concrete strength under the conditions of constant freezing-thawing slows down 1.4-fold.

The goal of the project is the organization of activated granite crushed stone for road building materials with higher durability. The goal can be achieved by activating the new surface of granite mineral material in the process of its crushing in the centrifugal-percussion crusher (simultaneously it is possible to reduce the dust content of the air near the crusher) and while road-metal washing.

### TECHNICAL ADVANTAGES

The applying of activated granite crushed stone allows to increase the strength of concrete by 40–50 %, freezing resistance by 30–35 %. The compressive strength of the emulsive-mineral mixture increases 1.4–1.5-fold. Bituminous concrete on the basis of mineral materials with activated surface has 30 percent higher ratio of long water resistance in the solution of anti-icing materials in comparison to conventional one. The decrease of bituminous concrete strength under the conditions of constant freezing-thawing slows down 1.4-fold.

The big repair of pavement with use of bituminous concrete with activated mineral materials is to be carried out every 7.6 year. Taking into account that the present interrepair time is 5 years, it is expected to increase the pavement durability 1.5-fold. The same calculation for emulsive-mineral mixture with activated mineral materials shows the increase of the pavement durability 1.66-fold.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Preventive processing of asphalt concrete covering by the developed composition allows prolonging its. The applying of activated granite crushed stone allows to increase the strength of concrete by 40–50 %, freezing resistance by 30–35 %. The compressive strength of the emulsive-mineral mixture increases 1.4-1.5-fold. Bituminous concrete on the basis of mineral materials with activated surface has 30 percent higher ratio of long water resistance in the solution of anti-icing materials in comparison to conventional one. The decrease of bituminous

## INDUSTRY: FROM INNOVATION TO MANUFACTURING

concrete strength under the conditions of constant freezing-thawing slows down 1.4-fold.

The big repair of pavement with use of bituminous concrete with activated mineral materials is to be carried out every 7.6 year. Taking into account that the present interrepair time is 5 years, it is expected to increase the pavement durability 1.5-fold. The same calculation for emulsive-mineral mixture with activated mineral materials shows the increase of the pavement durability 1.66-fold.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Research or development (technological) work has been carried out; an experimental batch has been released.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

The development is protected by five patents of the Republic of Belarus.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Organizations and enterprises that serve the network of local (regional) highways; organizations of the Ministry of Transport and Communications that serve the network of republican highways; organizations and utilities that serve urban road networks (streets).

### DEVELOPMENT MANAGER

Dmitry I. Bochkaryov, Dean of the Construction Faculty, PhD, Associate Professor.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: bochk\_dmitr@mail.ru

Phone: (+375 44) 789 50 28

## 21. MULTIFUNCTIONAL RAIL-ROAD VEHICLES

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Multifunctional equipment has been created for train and shunting operations, year-round maintenance of roads, loading and unloading operations, landscaping, maintenance of bridge and tunnel structures on automobile and railway communications, as well as elimination of the consequences of emergency situations of various types by installing a combined rail-wheeled course on energy-saturated automobile and special chassis.

The tests carried out showed the high traction potential of locomobiles on the chassis of MAZ-6312, MTZ-82, MTZ-1221, MTZ-1523 and the wide technological capabilities of universal track vehicles on the chassis of "UAZ", "TOYOTA", "IVECO", Sh-446 "Belarus" in compliance with the requirements of current regulatory documents in the field of traffic safety and work, and also competitive price and the possibility of rapid development of production.

### TECHNICAL ADVANTAGES

In the real sector of the economy of the Republic of Belarus and the CIS countries, over 75 % of enterprises in various industries and agro-industrial complex have a volume of traffic limited to a few wagons per day. The traditional transport technologies used in these conditions using shunting locomotives of the TGC, TGM, TEM, CHME series, etc., with a capacity of up to 1,500 hp and a coupling weight of up to 130 tons lead to very high costs, which are dominated (up to 70 %) by energy costs. The main reason for this situation is the inefficient use of diesel locomotives in terms of power (up to 20–25 %) and time (up to 20 %). Cost reduction in this area is possible by replacing shunting locomotives with multifunctional vehicles on a combined rail-pneumatic wheel, which can carry out train and shunting operations with trains weighing up to 1,000 tons, without requiring specialized infrastructure for operation (depot) and having a significantly lower cost.

At the same time, in a number of organizations and structures, which include the transport troops of the Armed Forces of the Republic of Belarus, the Ministry of Emergency Situations, metro, tram facilities, etc., there



is a need for the availability of multifunctional specialized equipment for year-round maintenance of roads, loading and unloading operations, landscaping, maintenance of bridge and tunnel structures, as in road and railway communications. The solution of this problem is also possible by equipping pneumatic-wheeled energy-saturated equipment with combined rail-pneumatic-wheeled mechanisms and installing a wide range of replaceable working equipment.

The tests have shown that locomobiles on the MAZ-6312 chassis are capable of operating with a maximum train weight of up to 1,000 tons (the number of cars is up to 12). The nominal number of wagons at speeds up to 40 km/h is 4–5 units. At the same time, the fuel consumption is 20 liters / mach.-an hour against 180 for a TEM-type locomotive, and the cost of \$ 150 thousand against 1.5 million. An analog car — Unimog (Mercedes-Benz) has a cost of 500 thousand euros. The machine is an analog of the production of UralAZ (Miass, Russian Federation) has a cost of \$ 200 thousand.

The installation of an automatic coupling, an additional compressed air supply system for rolling stock brakes, an integrated locomotive safety device (CLUB-UP) and train radio communication equipment on the MAZ-6312 chassis equipped with a combined stroke allows all types of shunting operations in accordance with the requirements of the Rules of Technical Operation of the Belarusian Railway.

Installation of additional equipment (crane installation, hydraulic manipulator, equipped with a grab, a grab for replacing sleepers, a brush; snowplow; van body, etc.) allows for year-round maintenance of roads, loading and unloading operations, landscaping, maintenance of bridge and tunnel structures, both on automobile and railway communications, as well as the elimination of consequences of emergency situations of various nature.

The tests carried out showed that the developed universal track machine on the chassis of the Sh-446 Minsk Tractor Plant is capable of performing shunting operations with 2–3 units of rolling stock or performing maintenance and repair work in a cyclic mode. A comparison of the machine with the most common machine for lifting and straightening the track VPR-1200 (VPR-02) shows that with a lower productivity of 5.2 times (125 m/h versus 650 m/h), the universal track machine consumes 4 times less fuel (10.5 l/mach-h versus 40 l/mach-h) and it has a cost of about \$ 100 thousand versus \$1.0 million.

The installation of an automatic coupling, a snowplow, an additional compressed air supply system for rolling stock brakes, traffic safety equipment and train radio communication also allows for all types of shunting operations in accordance with the requirements of the Rules of Technical Operation of the Belarusian Railway.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

The market of vehicles on a combined course includes the needs of the Armed Forces of the Republic of Belarus, the Ministry of Emergency Situations, the Belarusian Railway, metro, tram economy, as well as enterprises with access roads and carrying out reception and shipment by rail, construction and operation of railway tracks. Currently, heavy-duty vehicles with a narrow functional purpose are offered on the market to perform shunting



Universal track machine

and technological work on railway tracks, which determines their low utilization rate during operation. The high cost of this equipment and the dependence of its operation on the availability of infrastructure (depot) determines the low volume of sales (several units of track equipment per year). The appearance on the market of multifunctional vehicles based on cars that have a low cost compared to track equipment, ease of operation and high utilization rate can change the market situ-

## INDUSTRY: FROM INNOVATION TO MANUFACTURING

ation in favor of increasing demand. This forecast is confirmed by the situation in the Russian Federation, where there is production of similar equipment at a number of enterprises (Uralvagonzavod, UralAZ), as well as, until recently, the purchase of imported equipment totaling about 100 units per year. Foreign experience confirms this trend: on the railways of the EU and the USA, the performance of track and shunting work of small volumes is carried out with similar equipment.

### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

Research or development (technological) work has been completed, a prototype was released, development is introduced into production.

### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

The development is protected by six patents of the Republic of Belarus.

### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

The Armed Forces of the Republic of Belarus, the Ministry of Emergency Situations, the Belarusian Railway, the subway, the tram economy, as well as enterprises that have access roads and carry out receiving and shipping by rail, construction and operation of railway tracks.

### **DEVELOPMENT MANAGER**

Dmitry I. Bochkaryov, Dean of the Construction Faculty, PhD, Associate Professor.

### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: bochk\_dmitr@mail.ru

Phone: (+375 44) 789 50 28

## XI. BNTU BRANCH "RESEARCH POLYTECHNIC INSTITUTE"

### 22. COMPOSITE PLAIN BEARINGS, FOR USE IN HEAVY-LOADED FRICTION UNITS, INCLUDING AS CRUSHERS, OR SEGMENT BEARINGS

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

NIIL PTF, BNTU, developed metal composite materials with a macro-heterogenic structure based on a matrix of copper alloys, reinforced with iron-carbon granules. This type of material is used for heavy-duty friction pairs used in various industries. One of the main advantages of this material is the ability to work for a long time in conditions of dust, high humidity and temperatures. Due to its high operational properties, the Ministry of Energy, represented by JSC "BelEnergoRemNaladka", has become one of our main customers for critical parts of various types of turbine units.

The properties of the material can vary based on the customer's requirements by selecting the optimal matrix composition. In addition, the use of cast iron granules as a reinforcing phase allows for subsequent heat treatment to obtain a wide range of their microstructures. The different microstructure of the reinforcing phase provided a wide range of physical and mechanical properties and wear resistance. The analysis of the conducted tests showed that at a specific pressure of 2.9 MPa, the formation of a cut and setting between the sample material and the counterbody was not observed in the entire studied range of pV values (up to 78 MPa·m/s). At a specific pressure of 7.6 MPa, when the value of  $pV = 50 \text{ MPa}\cdot\text{m/s}$  was reached, the formation of scratches on the friction surface and the deposition of samples were observed. With an increase in the specific pressure to 10.7 MPa, the friction surfaces were set and incised at pV values above 43 MPa·m/s.

Operating temperature is up to 450 °C.

Ability to work in conditions of dust and high humidity.

Total wear of the friction pair is no more than 0.1 mm.

The coefficient of friction with the lubricant is 0.04–0.06.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

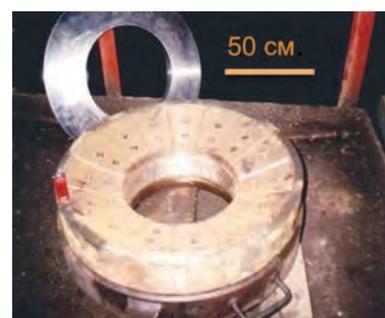
The advantage of the offered materials is the possibility of manufacturing products of almost any geometric shape and size, including bimetallic ones. For example, guides for various purposes, worm wheels, bushings, sliding bearings, etc. can be manufactured. It should be noted that this type of materials can be used in a number of aggressive environments, such as high dust, high temperatures or humidity, etc., where the use of similar materials is not possible. The operating temperature of products made of the developed materials is up to 450°C.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Increasing the time between repair intervals, reducing the cost of serviced friction units.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

A prototype was released.





### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Patent of the Republic of Belarus, No. 23257 "Method of manufacturing a composite material with a macroheterogeneous structure" / Kalinichenko U. A., Kalinichenko M. L. 30.06.20 // Official bulletin // National Center of Intellectual Property. — 2020. — No. 6.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Enterprises that use and repair equipment that has high-pressure sliding bearings in its design.

### DEVELOPMENT MANAGER

Kalinichenko Uladzislau, Leading Researcher, Research and Innovation Laboratory of "Foundry technologies", PhD, Associate Professor.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: kvlad@bntu.by

Phone: (+375 29) 760 39 45

## 23. DEVELOPMENT OF A TEST PROCEDURE FOR CLOSED JOINTS OBTAINED BY GLUING, SOLDERING OR RELATED METHODS AND DEVICES FOR CARRYING OUT THE ABOVE TESTS

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The novelty of the work lies in the research and development of a fundamentally new approach for conducting destructive testing of hollow closed glued joints using standard equipment improved by additionally proposed devices. The proposed method can be used to assess the strength properties of closed joints obtained by gluing, soldering or related methods of almost any shape (planar and volumetric), used in all branches of engineering, and can also be used in the educational process in the training of engineering and testing specialists, as well as students majoring in welding and related technologies. To implement this method, closed models are made (including glued ones) in order to assess the perception of hydraulic loads for conditional shear and separation with the possibility of implementing dynamic and static tests. In this case, the height of the model for work in discontinuous deformations with respect to  $h \times d$  (Fig. 1, *a, b*) should be at least  $1 \times 2$ , and for shear  $H \times d$  as  $2 \times 1$ . Other force ratios are possible. For example, to equalize the forces,  $H \times d$  should be  $1 \times 1$  (excluding the error for entering the high pressure nozzle).

Based on the results of tests and confirming calculations, it was proved that the obtained experimental data corresponded to the proposed physical and mathematical justification, which allows evaluating the forces for conditional separation and conditional shear in closed bulk joints. The priority of applying this method can be attributed to adhesive joints operating under conditions of destructive loads applied by a uniform and / or abrupt pressure effect inside a closed volume.



Model for hydro and (or) pneumatic testing

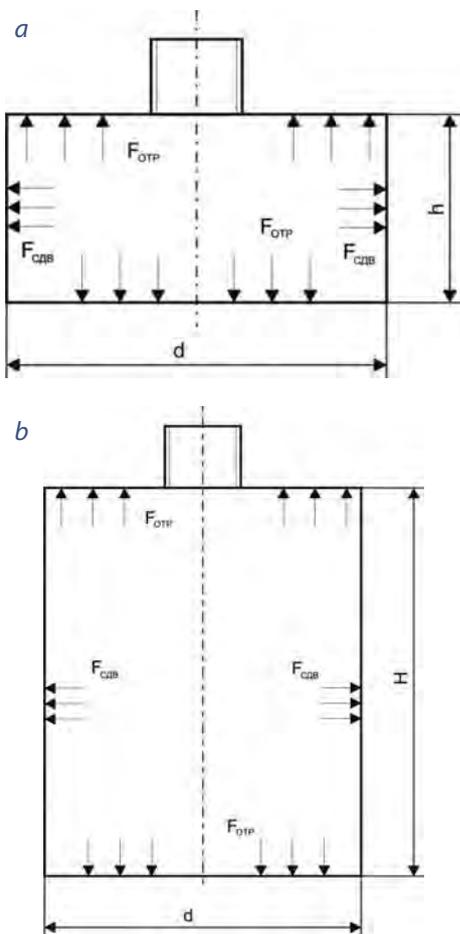


Fig. 1, a, b



### TECHNICAL ADVANTAGES

The technique will expand the known strength tests of adhesive joints, namely: to improve the assessment of the impact of pressure on the transmission of shear and tensile strains in complex model studies. The method shows that in a closed bulk joint obtained by gluing, soldering or related methods, the seam is affected by both tear and shear forces, as well as their derivatives. The method makes it possible to evaluate them using the proposed models by the methods of dynamic water or pneumatic tests. This development will expand the methods of technological testing of adhesive joints, especially for closed volumes operating under the pressure of liquids or gases, and allows mathematical evaluation of closed adhesive joints when exposed to tensile loading.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

The test procedure for hollow closed joints obtained by gluing, soldering or related methods makes it possible to evaluate fasteners that experience a breaking load in several planes. The proposed model is multidimensional, which makes it possible to evaluate the effect of forces applied in different directions and points of the sample under study. The developed technique makes it possible to create conditions for the test sample as close as possible to the operating conditions. Using this technique, it is possible to conduct a qualitative assessment of almost any glued hollow joints. The introduction of technology involves the creation of new jobs in science-intensive production, which increases the level of intellectual labor. The consumer properties of finished products are improved by predicting the quality and reliability of the products obtained.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Research or development (technological) work has been completed, a prototype was released.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Patent of the Republic of Belarus No. 23630, Model for hydraulic or pneumatic testing of a fastening seam for shear or rupture // M. L. Kalinichenko, U. A. Kalinichenko, Yu. K. Krivosheev, A. E. Zelezey dated 11/30/2021.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Representatives of construction and machine-building complexes.

### DEVELOPMENT MANAGER

Kalinichenko Maria, Researcher in the Research and Innovation Laboratory of "Cast technologies", MSc.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: m.kalinichenko@bntu.by

Phone: (+375 29) 276 31 56

# 24. COMPOSITIONS AND TECHNOLOGY FOR APPLYING PROTECTIVE COATINGS TO FILTER ELEMENTS BASED ON FIBERGLASS MESH FOR CLEANING HIGH-TEMPERATURE METAL MELTS

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The most common materials used as reinforcing coatings for filters based on glass mesh for metal melts are organic components, such as lignosulfonate, bakelite, resol resins, etc. due to their manufacturability and economic feasibility. The main purpose of impregnation of filter elements in this case is to give them temporary technological rigidity, and in some cases, in the production of shaped filters, a stable volumetric (profile) shape. The use of such materials is associated with a number of disadvantages: high gas content, hygroscopicity, insufficient heat resistance (up to 1000 °C). As an alternative, a number of technologies are proposed using inorganic binders as a reinforcing and at the same time protective coating, either partially or completely replacing organic ones.

Metal-phosphate and liquid-glass solutions are considered affordable and relatively technologically advanced. However, in this case, due to the acidic environment (pH ~ 7), characteristic of binders of this class, the impregnated fibers, consisting mainly of SiO<sub>2</sub>, have low stability and in some cases are destroyed at the stage of impregnation and low-temperature drying.

At the scientific research laboratory "Foundry technologies" (BNTU) has developed a technology that provides simultaneous reinforcing and refractory coating with inorganic compounds without destroying the impregnated base. This effect is ensured by the chemical interaction of the components from the initial reagents. The main components in obtaining a protective coating in the proposed embodiment are silica sol (sialite-20) and ethyl silicate (ETS-40). Obtaining maximum strength and heat resistance, as well as adhesion of the protective coating, is ensured by the hydrolysis of ethyl silicate in an alkaline environment created by sialit. Because of chemical transformation, amorphous silicon dioxide is formed. Since mesh glass fiber materials contain silicon dioxide as a base component, the hydrolysis process with the release of particles with a similar morphology has a beneficial effect on the adhesive interaction of the system. Hardening of silica sols occurs due to the evaporation of moisture and coagulation of silicon dioxide particles. Several options for impregnating the mesh base are proposed: organic binders; organic binders with their partial replacement with composite inorganic components; coating of base fabrics with inorganic binders.

### TECHNICAL ADVANTAGES

The proposed development makes it possible to partially or completely replace organic binders, which have a number of limitations and disadvantages in the operation of filters, with more heat-resistant, environmentally friendly, relatively inexpensive inorganic binders. This ensures that two processes occur simultaneously — the formation of dispersed nanosized refractory compounds and an adhesive binder.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Partial or complete elimination of organic binders ensures increased heat resistance of mesh filters. The technology allows us to recommend filters for refining high-temperature alloys (high-strength cast iron, alloy and stainless steels). This allows you to reduce the level of harmful emissions into the atmosphere and improve the quality of cast parts in terms of presentation.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

It was carried out research part on principal compositions, application technology and testing methods for protective coatings have been developed.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Patent applications have been filed (fire-resistant coating composition and coating application method).

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Foundries, foundry sites of machine-building and private enterprises.

### DEVELOPMENT MANAGER

Leanid Douhi, the Head of Scientific Research Laboratory "Foundry Technologies", PhD.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: metspl@tut.by

Phone: (+375 17) 296 66 56, (+375 29) 563 49 71





## XII. EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND PRODUCTION REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE “UNITEKHPROM BSU”



### 25. FOOD COMPOSITIONS FOR CREATING PRODUCTS IN THE “SMART CITY FOOD” SERIES

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The compositions of the “Smart City Food” series are intended for the production of targeted bakery products — to feed residents of modern cities who experience a heavy load on the nervous system due to high psycho-emotional stress.

“Anti-stress” series: spice-aromatic fortified mixture “Fregat”, enriching phytocomplex “Mayak”.

The developed compositions can be used to create biologically active additives, as well as food additives with neuroprotective properties. On their basis, functional food products with preventive action can be developed to optimize the function of the nervous system under conditions of emotional stress; as well as to restore the body during the post-stress period.

With an immunomodulatory effect:

– The spicy-aromatic mixture “Asterra” has an anti-stress effect against the background of chronic stress, as well as immunomodulatory properties, which are manifested by a decrease in inflammatory processes induced by chronic stress.

– Spicy-aromatic mixture “Seasons” — “Suzorie”. The mixture can be used to optimize the performance of the immune system during stressful situations in humans, during seasonal acute respiratory infections and acute respiratory viral infections. It is possible to mildly correct the body's resistance in elderly people after infectious and other diseases.

Easy preparation: composite mixture “Vera”.

The use of the composite mixture “Vera” allows you to produce high-quality rye-wheat bakery products using accelerated technology, in one stage, with the addition of only water (or water and flour when using the complex food additive “Vera Plus”) at home, supermarket bakeries and bakeries.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

Meets international requirements for functional foods.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Improving the quality of life through the creation of functional food products that help maintain and preserve the health of various groups of the population of modern cities.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Development is introduced into production.

#### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

There is a package of regulatory and technological documentation. Two patent applications filed.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Enterprises of the bakery, confectionery, meat industries, as well as health centers.

#### DEVELOPMENT MANAGER

Tatyana Madzievskaya, Head of the Research and Production Center for Food Technologies, Candidate of Chemical Sciences.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: matafa@mail.ru

Phone: (+375 17) 209 58 41

## XIII. THE BELARUSIAN STATE INSTITUTE OF METROLOGY



### 26. NATIONAL MEASUREMENT STANDARD OF THE UNIT OF GAS (AIR) VOLUME FLOW RATE

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The scope of research was measuring volume flow rate of gas (air) media, particularly natural gas.

The national measurement standard of the unit of volume flow rate of gas (air) is used to maintain and realise the unit of volume flow rate of air and disseminate it to working standards, to perform metrological evaluation of instruments for measuring volume flow rate of gas (air) media, particularly natural gas, and to ensure uniformity of gas (air) media volume flow rate measurements in the Republic of Belarus.

As a part of task activities, metrological characteristics of the national stan-



Reference flow meter ITF100-1-A



Bell installation BP-100



Standard of the unit of volume flow rate of gas (air) were investigated and determined. Areas of application: oil and gas industry, power industry, agricultural sector, housing and utilities sector, building material industry, food industry, metal industry, scientific research, etc.

#### **TECHNICAL ADVANTAGES**

The characteristics of the measurement standard are similar to those of the European standards used for the same purpose.

#### **EXPECTED RESULT OF APPLICATION**

The national standard of the unit of volume flow rate of gas (air) serves the purpose of metrological evaluation of measuring instruments to ensure metrological traceability in dissemination of the quantity unit to the instruments for measuring gas (air) media, particularly natural gas, when conducting settlement operations between gas suppliers and gas consumers.

#### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

Research or development (technological) work completed.

#### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

No.

#### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

OJSC "Gazprom Transgaz Belarus", RUE "Belgaztekhnika", SPA "Beltopgaz", and other industrial enterprises in the Republic of Belarus.

#### **DEVELOPMENT MANAGER**

Alexander Bardonov, Head of the Production and Research Department for Measurements of Pressure and Flow, BELGIM

#### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: [bardonov@belgim.by](mailto:bardonov@belgim.by)

Phone: (+375 17) 221 03 92

## XIV. REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE “SCIENTIFIC PRACTICAL CENTRE OF HYGIENE”



### 27. METHOD FOR CONTROLLING THE LEVEL OF AIR POLLUTION IN THE PRODUCTION ENVIRONMENT WITH PROTEIN AEROSOL OF DRY PRODUCTS OF MILK PROCESSING

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Scope of application: the technique is applicable at enterprises of the dairy and food industries that produce any dry products containing milk proteins.

Purpose: is designed to determine the mass concentration of protein in the air of the production environment of aerosols of dry products of cow's milk processing (hereinafter referred to as DPCMP) for compliance with new hygienic standards (at the level of 0.1 mg/m<sup>3</sup> for protein).

Main characteristics: based on sampling dust DPCMP on AFA-VP-10 filters by drawing 500 dm<sup>3</sup> of air from the production environment through them, extracting protein from a dust sample on filters with 0.9 % saline, concentrating and precipitating the protein in the sample using copper sulfate (reagent A), its quantitative measurement after the addition of the “Folin-Ciocalteu” phenolic reagent by the Lowry photometric method in the “Schacterle-Pollack” modification at a wavelength of 750 nm and determination of the content according to the calibration curve with solutions of bovine serum albumin.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

Innovative certified measurement technique AMI.MN 0051-2022 “System for ensuring the uniformity of measurements. Mass concentration of protein in aerosols of dry products of cow's milk processing in the air of the working area. Photometric measurement technique” (certificate of attestation No. 027/2022 dated April 25, 2022) has high validity and sufficient sensitivity (at least ½ MACawa), has no analogues.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

The use of the developed Measurement Methodology by certified laboratories of the dairy and food industry enterprises provides an objective dynamic control of the level of air pollution of the industrial environment by the allergenic aerosol of DPCMP in terms of protein for compliance with the new hygienic standard, compliance with which is an effective measure for the prevention of occupational allergic and production-related immune-dependent diseases in workers.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Research or development (technological) work has been completed, development is introduced into production.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Dairy and food industry enterprises producing or using any dry products containing milk proteins.

#### DEVELOPMENT MANAGER

Sergey Baranov, Junior Researcher of the Laboratory of Industrial Toxicology of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center for Hygiene” (hereinafter referred to as the Scientific and Practical Center for Hygiene);

Anna Kuzovkova, Head of the Laboratory of Spectrometric Studies of the Research and Production Center for Hygiene, Candidate of Biological Sciences;

Nadezhda Maskalevich, Chemist, Laboratory of Spectrometric Research, Scientific and Practical Center for Hygiene;

Vitaliy Shevlyakov, Chief Researcher of laboratory of industrial toxicology of Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of Hygiene” (here in after — the SPC of Hygiene), Doctor of Medical Sciences, Professor.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: mfantastikas1992@mail.ru

Phone: (+375 17) 379 13 96, (+375 25) 763 91 81



## **28. METHOD FOR OBTAINING TEST ALLERGENS IN LABORATORY CONDITIONS FROM SELECTED SAMPLES OF INDUSTRIAL ORGANIC DUST FOR THE DIAGNOSIS OF OCCUPATIONAL ALLERGOPATHOLOGY IN WORKERS**

### **BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT**

Scope of application: the method is applicable in toxicological and immuno-allergological laboratories of healthcare institutions.

Purpose: is intended for obtaining in laboratory conditions from samples of protein-containing organic dust (hereinafter referred to as OD) an extract suitable for use as a test allergen in the diagnosis of occupational allergy pathology of dust etiology in workers.

Main characteristics: is based on the stages of preparation of the selected OD sample (grinding and sterilization), extraction of the protein-antigenic complex of dust into a saturated water-salt solution of Sosa (extraction for 1 day at 37 °C and 3 days at 6–8 °C, concentration by centrifugation and precipitation of the protein precipitate with hydrochloric acid, dissolution of the protein precipitate with sodium hydroxide solution, standardization of the obtained extract by protein (determined by the Lowry photometric method at a wavelength of 750 nm).

### **TECHNICAL ADVANTAGES**

Establishing a causal relationship and confirming the occupational genesis of an allergic disease in workers does not allow the lack of commercial diagnostic products and systems based on specific test allergens for industrial allergen substances. The unified method outlined in the instructions for use No. 007-1121 makes it possible to obtain, under laboratory conditions, extracts containing up to 6 mg/cm<sup>3</sup> of protein from the OD samples selected at the production facilities, which ensures their use as test allergens for the specific diagnosis of occupational allergopathology in workers.

### **EXPECTED RESULT OF APPLICATION**

Confirmation of the occupational genesis of allergic diseases in workers exposed to allergenic industrial organic dust, which ensures the necessary quality of treatment and rehabilitation, and social protection of patients.

### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

Research or development (technological) work has been completed; development is introduced into production.

### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

Method for extracting a protein-antigenic complex from samples of industrial organic dust: certificate for rationalization proposal No. 2313 / V. V. Shevlyakov, G. I. Erm, S. A. Baranov. — Issued by the Scientific and Practical Center for Hygiene on 10/13/2021.

### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Occupational pathological and allergological centers, toxicological and immunological laboratories of healthcare organizations.

### **DEVELOPMENT MANAGER**

Galina Erm, Leading Researcher of Laboratory of Industrial Toxicology of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of Hygiene” (here in after — the SPC of Hygiene), PhD Biological Sciences;

Vitaliy Shevlyakov, Chief Researcher of Laboratory of Industrial Toxicology of the SPC of Hygiene, Doctor of Medical Sciences, Professor;

Sergey Baranov, Junior Researcher of the Laboratory of Industrial Toxicology of the SPC of Hygiene.

### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: erm-galina@mail.ru

Phone: (+375 17) 379 13 96, (+375 29) 690 11 70



## XV. UNITARY ENTERPRISE “STC “LEMT”

### 29. THERMAL MONOCULAR WITH A RANGEFINDER TV/M 75 R

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

The device is designed to monitor the area at any time of the day and measure the distance to objects of interest.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

Technical characteristics in line with foreign analogues.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

It will help to effectively monitor the area and control the situation at any time of the day in the temperature range from  $-20^{\circ}\text{C}$  to  $+55^{\circ}\text{C}$ .

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

20 units were manufactured under a contract for the supply to the Ministry of Defense of the Republic of Belarus. New contracts for another 50 units have been signed.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Ministry of Defense of the Republic of Belarus.

#### DEVELOPMENT MANAGER

Ilya Svibovich, head of the sector of thermal imaging and combined instruments and rangefinders.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: [ilya.svibovich2020@gmail.com](mailto:ilya.svibovich2020@gmail.com)

Phone: (+375 2125) 540 81 15



Thermal imaging monocular with rangefinder



Laser rangefinder



Thermal imaging attachment  
for night vision device

# XVI. OJSC "MINSK ELECTROTECHNICAL PLANT NAMED AFTER VASILY IVANOVICH KOZLOV"



## 30. THREE-PHASE TRANSFORMER DESIGNED TO OPERATE IN 6 AND 10 KV ELECTRIC GRIDS WITHOUT CHANGING THE CONNECTION SCHEME

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

A three-phase transformer used in electric distribution grids for voltage conversion. It contains a three-phase magnetic core, primary voltage windings placed on all rods, with a delta connection, at least one switching device, characterized by the fact that the primary voltage winding is made in the form of coils designed for different voltages, which are connected to each other in series and/or in parallel with the help of a switching device. The transformer retains the connection scheme of the HV side "delta" both when connected to the network 6 and 10 kV, which allows to maintain stable operation in both cases.

### TECHNICAL ADVANTAGES

In comparison with analogs, this product allows to keep the connection scheme of HV windings «delta» when connected to 6 or 10 kV networks, ensuring proper power quality and required electromagnetic properties, without excessive expenditure of materials in manufacturing.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

When required, electric grid companies can purchase one cross functional transformer, which ensures stable power quality, instead of two.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

Development is introduced into production.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Utility model register of RB under No. 13297.

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

State Production Association "Belenergo", JSC "ROSSETI", any other electric grid companies and industrial consumers.

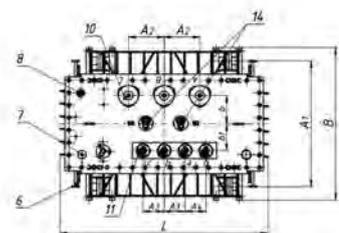
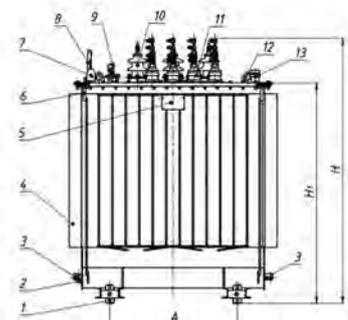
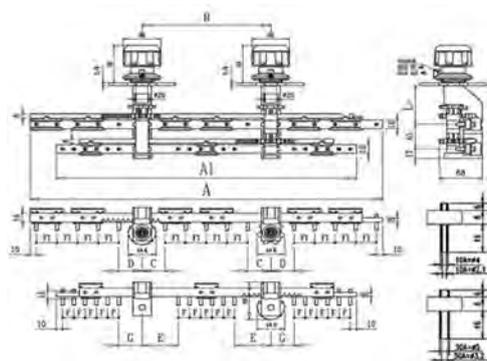
### DEVELOPMENT MANAGER

Andrey Shevchuk, Design Engineer of the 2nd Category;  
Andrey Kochetkov;  
Gennady Krivtsov;  
Vladislav Lapkin;  
Elena Leonova;  
Yuri Leus.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: j71452359@gmail.com

Phone: (+375 25) 606 13 06





## XVII. UNITSKY STRING TECHNOLOGIES, INC.

### 31. COMPLEX ORGANIC LIQUID PLANT FOOD “UTERRA”

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

“uTerra” liquid food is an organic fertilizer made from crumbly biohumus, relict fossil raw materials (brown coal, peat), honey, mineral and organic elements of plant nutrition.

“uTerra” is produced on the basis of humic acid extract from brown coal, peat, biohumus containing more than 3,000 types of useful microorganisms, etc.

The food is used for highly efficient environmentally safe cultivation of agricultural, flower crops, medicinal plants, development, restoration and maintenance of soil fertility penalized by natural processes or economic human activity, which confirms importance thereof for the national economy (in particular, for the agricultural industry and related thereto).

The complex composition of “uTerra” food ensures improving the quality of plant products, stimulating the growth and development of plants, fruiting, and enhancing the ornamental characteristics of plants.

In order to increase the resistance of plants to adverse environmental conditions and diseases, the composition includes fungal-derived elicitors.



uTERRA

#### TECHNICAL ADVANTAGES

“uTerra” food is a complex environmentally friendly product with high content of substances vital for growth and development of plants, and of soil-structuring components.

“uTerra” food is designed for organic agriculture and provides a high content in the soil of agronomically valuable aerobic and anaerobic microorganisms.

The product is manufactured using high-tech equipment.

Quality control of the finished product is carried out at all stages of the life cycle.

The product is economical in application (ratio 1:500–1:1,000 with constant watering), shows high efficiency when combined with organic materials on sandy soils.

The advantage is also the competitive cost of the product as compared to its analogs.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Benefits of plant feeding with “uTerra”:

- increase of agricultural yield and quality up to 50 %, acceleration of plant growth and development due to more efficient supply of humic acids, essential nutrients and natural phytohormones;
- restoration and maintenance of soil fertility disturbed by natural processes or human economic activities;
- regulation and normalization of soil pH;
- stimulating the development of associations of thousands of types of useful soil microorganisms in all their natural diversity in the soil of farmlands;
- reducing content of nitrates, heavy metals and radionuclides in plants due to their binding in soil.



### **CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT**

Research or development (technological) work has been completed, development is introduced into production.

### **INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION**

1. Secret of production (know-how) by Unitsky String Technologies, Inc. "Technology for production of liquid organic food for plants "Soil elixir uTerra" dated 28.09.2022.

2. Technical Specifications TY BY 192425076.017-2023 "Complex organic liquid foods for plants "uTerra","uTerra oasis"(state registration No. 067638 dated 27.03.2023).

### **POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES**

Producers of agricultural products (greenhouse plants, agricultural enterprises, agricultural production cooperatives, individuals/farmsteads), laboratories and experimental sites of scientific and educational institutions, nursery gardens.

### **DEVELOPMENT MANAGER**

Anatoli Unitsky, General Designer.

### **CONTACT INFORMATION**

E-mail: [info@unitsky.com](mailto:info@unitsky.com)

Phone: (+375 17) 388 20 20



uTERRA manufacture

## XVIII. KUTATELADZE INSTITUTE OF THERMOPHYSICS OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES



### 32. CREATION OF AN INDUSTRIAL PROTOTYPE OF AN ASH AND SLAG WASTE SEPARATION PLANT USING DRY ASH REMOVAL TECHNOLOGY

#### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Industrial installation:

- for separation of microspheres from ash and slag waste;
- the use of ash and slag waste in the production of useful products in various industries.

#### TECHNICAL ADVANTAGES

The developed technology will ensure the dry separation of microspheres and the production of useful products (building materials) from ASW.

#### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

Industrial installations will be located at the ash dumps of CHP and GRES.

Microspheres (up to 8 % of the volume) will be isolated from ash and slag waste for further use in various fields. The remaining part will be ASW will be subjected to separation with the release of useful products.

#### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

The target areas of application of the technology and its critical elements are determined.

#### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Patent registration after completion of development.

#### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

All CHP and GRES.

#### DEVELOPMENT MANAGER

Dmitry Smovzh, Head of the Laboratory of Synthesis of new materials, DSc (Physics and Mathematics);

Gorshkov Eugene, Head of the Project Office of the Transfer Technology Centre of the SB RAS.

#### CONTACT INFORMATION

E-mail: gorshkov@itp.nsc.ru

Phone: (+7 913) 722 48 89



## 33. MAGNETIC SORBENT FOR THE ELIMINATION OF EMERGENCY OIL AND PETROLEUM PRODUCT SPILLS

### BRIEF DESCRIPTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Magnetic sorbent is a carbon-containing structure obtained by anaerobic fermentation of biomass, granulation of secondary raw materials and rolling it on magnetite cores with subsequent carbonification to obtain a carbonaceous solid residue (carbonizate). The sorbent is based on a magnetite core (the center of granulation) with a sorbing mixture rolled onto it (filler + binder). The filler is carbon-containing waste from the coal or woodworking industry, and the binder is waste from livestock enterprises or biological wastewater treatment plants. This sorbent should be stored in dry closed warehouses and can be transported by all types of transport. The sorbent is not afraid of tracking during long-term storage — the stacking height, while ensuring stability and safety, can reach up to 4 m, unlike sorbents based on other substances, which have strict restrictions on stacking height and after tracking fully.



Magnetic sorbent

### TECHNICAL ADVANTAGES

The advantage of the development is environmental safety, the ability to remove contaminants to almost any necessary residual concentration of oil in water, controllability of the process due to the magnetic properties provided by the mineral magnetite ( $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) with an iron content of up to 72 %, the use of an expensive component of magnetite repeatedly, the use of this kind of sorbent in extreme conditions.

### EXPECTED RESULT OF APPLICATION

The main purpose of the use of magnetic oil sorbent is the prompt cleaning of water bodies from oil spills and petroleum products. Timely use of the magnetic sorbent will allow to quickly localize and eliminate the spill not only on the surface of the water, but also under the ice, thereby minimizing the load on the ecological situation, flora and fauna. Magnetic sorbent can be applied and implemented in any region where a spill could potentially occur, as well as in such sensitive and extreme as the Arctic zone and the Far North regions.

### CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT

A prototype was released.

### INFORMATION ON THE LEGAL PROTECTION

Pat. 2 665 440 RF, B01J20/30 (2006.01), B01J20/24 (2006.01) Method of obtaining magnetic sorbent / E. S. Ushakova, A. G. Ushakov, E. A. Kvasheva (Russia).

### POTENTIAL CONSUMERS AND INTERESTED PARTIES

Oil refineries, oil spill response centers, enterprises where carbon-containing waste is generated daily.

### DEVELOPMENT MANAGER

Elena Ushakova, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences.

### CONTACT INFORMATION

E-mail: brels@list.ru

Phone: (+7 923) 616 16 36

[www.gknt.gov.by](http://www.gknt.gov.by)  
[www.belisa.org.by](http://www.belisa.org.by)