

Министерство образования Республики Беларусь



БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**  
**72 – й студенческой научно-технической**  
**конференции**

**20-28 апреля 2016 г.**

Электронный учебный материал

Минск  
2016

УДК С32  
ББК 74.0:20.1:33:81.4

Сборник материалов 72-й студенческой научно-технической конференции / под общ. ред. Басалай И.А. // БНТУ, Минск, 2016, - 461 с.

ISBN 978-5-7679-2355-7

### **Р е ц е н з е н т**

Заведующий научно-исследовательской лабораторией  
«Экопром»  
к.т.н. В.И. Глуховский

В сборник включены материалы докладов 72-й студенческой научно-технической конференции по секциям: «Экологический менеджмент», «Экология»; «Горные машины и горные работы», «Английский язык».

Белорусский национальный технический университет.  
Факультет горного дела и инженерной экологии.  
Пр-т Независимости, 65, уч. корп. 9, г. Минск,  
Республика Беларусь.  
Тел.: (017) 292-71-82, 292-74-14 Факс: (017) 292-71-82  
E-mail: fgde@bntu.by  
<http://www.bntu.by/fgde.html>

Регистрационный № БНТУ/ФГД 89-41.2016

©Басалай И.А.,  
компьютерный дизайн,  
2016  
© БНТУ, 2016

## Оглавление

### *Секция «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»*

<b>Адамчук С.И. Науч. рук. Цуприк Л.Н.</b> Сточные воды винодельческой промышленности .....	14
<b>Апанасюк А.В. Науч. Рук. Бельская Г.В.</b> Воздействие предприятий деревообрабатывающей промышленности на окружающую среду .....	18
<b>Бубнова Д.А. Науч. рук. Ролевич И.В.</b> Загрязнение атмосферного воздуха формальдегидом в процессе производства продукции деревообработки .....	22
<b>Гуцева Е.Ю. Науч. рук. Бельская Г.В.</b> Оценка воздействия ОАО «Белвторчермет» на окружающую среду .....	27
<b>Даниленко А.С. Науч. рук. Малькевич Н.Г.</b> Актуальные экологические проблемы в Филиале «Мозырское ПХГ ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» ....	31
<b>Другакова Л.В. Науч. рук. Зеленухо Е.В.</b> Воздействие предприятий молочной промышленности на окружающую среду .....	34
<b>Зубахо Я.В., Никитина В.В. Науч. рук. Хорева С.А.</b> Индикаторы результативности производственного менеджмента на СП ОАО "Спартак" .....	38
<b>Зубик П.В. Науч. рук. Бельская Г.В.</b> Оценка эффективности применения биогаза в качестве топлива .....	42
<b>Каховка С.В. Науч. рук. Хорева С.А.</b> Основные методы использования земли (песка) горелой формовочной как отхода литейного производства.....	46
<b>Малиновская Е.А. Науч. рук. Басалай И.А.</b> Извлечение хлорида калия из шлама при галургическом	

производстве калийных удобрений на предприятии ОАО «Беларуськалий» .....	52
<b>Макаревич Н.Ю. Науч. рук. Морзак Г.И.</b> Комплексная оценка и анализ экологического риска .....	57
<b>Мартинovich В. О. Науч. рук. Басалай И. А.</b> Анализ мероприятий по снижению антропогенной нагрузки на почвы в районах разработки месторождений калийных солей.....	60
<b>Наркевич А.Л. Науч. рук. Благовещенская Т.С.</b> Совершенствование системы обращения с отходами гальванического производства .....	65
<b>Путырская Е.А. Науч. рук. Бельская Г.В.</b> Анализ методов утилизации активного ила при очистке сточных вод.....	69
<b>Радкович О.А. Науч. рук. Басалай И.А.</b> Характеристика наполнителей в газоочистных установках.....	73
<b>Румянцева Е. Ю. Науч. рук. Бельская Г. В.</b> Более чистое производство отливок из серого чугуна в литейном производстве на ОАО «МАЗ».....	77
<b>Санюкович А.В. Науч. рук. Сидорская Н.В.</b> Альтернативный метод очистки сточных вод бетонного производства .....	81
<b>Сирош А.О. Науч. рук. Сидорская Н.В.</b> Анализ инженерно-технических решений для снижения концентрации ЛОС в выбросах лакокрасочных производств .....	85
<b>Стош Е.В. Науч. рук. Басалай И.А.</b> Исследование эксплуатационно-топливных характеристик костры льна.....	89

<b>Суша О.В. Науч. рук. Цуприк Л.Н. Экологические аспекты текстильных предприятий .....</b>	<b>93</b>
<b>Терешко А.М. Науч. рук. Зеленухо Е.В. Перспективные направления использования отходов свеклосахарного производства.....</b>	<b>97</b>
<b>Черногузова А.В. Науч. рук. Ролевич И.В. Совершенствование природоохранных мероприятий при работе на ТЭЦ.....</b>	<b>101</b>
<b>Чжао В. Науч. рук. Лаптёнок С.А. Пространственное моделирование геоэкологических факторов.....</b>	<b>105</b>
<b>Шавяка Е.В. Науч. рук. Басалай И. А. Изучение особенностей отмочно-зольного процесса кожевенного производства .....</b>	<b>109</b>

### *Секция «ЭКОЛОГИЯ»*

<b>Андрусак К.О. Науч. рук. Морзак Г.И. Основные направления по обращению с отходами пластмассовых изделий.....</b>	<b>114</b>
<b>Блоцкая А.Г., Гольдберг М.А. Науч. рук. Кузьмина О.Н. Биохимическая роль йода в организме человека. Определение йода в соли .....</b>	<b>120</b>
<b>Борисов А. А. Науч. рук. Кофанова Е. В. Выбор физико-химических характеристик для контроля качества автомобильных бензинов.....</b>	<b>124</b>
<b>Борисов А.А. Науч. рук. Кофанова Е.В., Назарова Т.М. Токсикологическое воздействие выбросов автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье человека .....</b>	<b>128</b>
<b>Борш А. Т. Науч. рук. Сидорская Н. В. Экологические проблемы литейного производства: анализ и возможности решения.....</b>	<b>133</b>

<b>Волчек Ю.А. Науч. рук. Назарова М.А.</b> Медицинские аспекты действия геомагнитных факторов.....	137
<b>Волынец В.В., Голуб А.В. Науч. рук. Кузьмина О.Н.</b> Биохимическая функция аскорбиновой кислоты в организме. Содержание витамина С в соках .....	140
<b>Клещенко В.В. Науч. рук. Басалай И. А.</b> Методы пылегазоочистки и оборудование, используемые при производстве керамических материалов.....	145
<b>Кофанов А.Е. Науч. рук. Холковский Ю. Р., Ремез Н.С.</b> Прогнозирование изменений природных и природно-техногенных систем дискретно-интерполяционным методом .....	151
<b>Кофанов А. Е. Науч. рук. Ремез Н. С.</b> Уменьшение воздействия автотранспортных средств на окружающую природную среду методом регулирования свойств моторных топлив .....	154
<b>Красноярская П.Ф. Науч. рук. Сидорская Н.В.</b> Экологические аспекты технологии производства пластиковой упаковки.....	158
<b>Лещенко М.С. Науч. рук. Морзак Г.И.</b> Аспекты обращения с твердыми коммунальными отходами..	162
<b>Некрашевич Т.В. Науч. рук. Басалай И.А.</b> Эффективность пылеулавливания сушильных барабанов .....	166
<b>Максимов К.С. Науч. рук. Цыганова А.А.</b> Анализ причин сокращения биологического разнообразия в Республике Беларусь .....	171
<b>Мишина Е. Ю. Науч. рук. Кофанова Е. В.</b> Усовершенствование первичной переработки нефти методом физико-химического регулирования .....	174

<b>Симанина И.В., Сидорская С.А. Науч. рук. Хрипович А.А.</b> Сточные воды пищевой промышленности .....	178
<b>Скок М.С. Науч. рук. Цуприк Л.В.</b> Исследование экологических аспектов воздействия на окружающую среду предприятий пищевой промышленности .....	184
<b>Слепченко П.В., Скачко Е.Н. Науч. рук. Квиткевич Л.А.</b> Влияние веществ, содержащихся в табачных и электронных сигаретах на тонус сосудов .....	189
<b>Шавяка Е.В. Науч. рук. Басалай И. А.</b> Влияние хозяйственной деятельности ОАО «Минское производственное кожевенное объединение» на компоненты окружающей среды.....	193
<b>Шункевич К.А., Сулова А.Э. Науч. рук. Квиткевич Л.А.</b> Наиболее распространенные пищевые добавки в продуктах питания, реализуемых в Республике Беларусь .....	196

### *Секция*

#### *«ГОРНЫЕ МАШИНЫ и ГОРНЫЕ РАБОТЫ»*

<b>Антанович Д.А., Гутич В.М. Науч. рук. Басалай Г.А.</b> Эксплуатационные требования к колесным тягачам торфяных машин .....	200
<b>Антанович Д.А. Науч. рук. Басалай Г.А.</b> Оценка тягово-цепных свойств колесных тракторов .....	203
<b>Балынский М.В. Науч. рук. Поликарпова Н.Н.</b> Воздействие горного производства на биосферу .....	205
<b>Береснев В.А. Науч. рук. Березовский Н.И., Лесун Б.В.</b> Применение собственного сырья и отходов в изготовлении пористых строительных материалов	209

<b>Бураковская А.В. Науч. рук. Бондаренко С.Н.</b> Изучение возможностей использования в строительстве отвалов вскрышных пород и отходов дробления щебня на ОАО «Гралево».....	212
<b>Гутич В.М. Науч. рук. Басалай Г.А.</b> Анализ моделей взаимодействия колеса с опорным основанием.....	216
<b>Ельницкий С.В. Науч. рук. Басалай Г.А.</b> Повышение эффективности работы цепного бара щеленарезной машины.....	219
<b>Жевнеренко А.С. Науч. рук. Бондаренко С.Н.</b> Использование в строительстве отвалов вскрышных пород и отходов дробления щебня предприятия ОАО «Гранит».....	221
<b>Загоровский Ю.В. Науч. рук. Казаченко Г.В.</b> Математическое моделирование принципиально нового привода самоходного вагона.....	225
<b>Ильюкевич П.П. Науч. рук. Басалай Г.А.</b> Особенности проведения технологических процессов сгущения шламовых и галитовых отходов.....	229
<b>Ильюкевич П.П. Науч. рук. Басалай Г.А.</b> Анализ аппаратов для проведения процессов сгущения и обесшламливания пульп, осветления оборотных вод и растворов и суспензий.....	233
<b>Костюкевич И.Г. Науч. рук. Березовский Н.И.</b> К вопросу оценки рационального использования энергоносителей.....	240
<b>Макаренко А.С. Науч. рук. Цыбуленко П.В.</b> Сгустители суспензий калийного производства.....	244
<b>Маслов В.А. Науч. рук. Цыбуленко П.В.</b> Современные способы защиты от перегрузок щековых дробилок..	247



<b>Матусович Э.В. Науч. рук. Казаченко Г.В.</b> Особенности выбора некоторых параметров двухцепного скребкового конвейера .....	252
<b>Подгорный Ю.Г. Науч. рук. Федотова С.А.</b> Очистка воздуха от торфяной пыли.....	256
<b>Семашко А.В. Науч. рук. Федотова С.А.</b>	
Экологические проблемы Солигорского горно-промышленного района .....	264
<b>Ульдинович К.К. Науч. рук. Тарасов Ю.И.</b>	
Экологический ущерб при подземном и открытом способах добычи полезных ископаемых.....	268
<b>Шелестович Т.С. Науч. рук. Петренко С.М.</b> Сравнение коэффициентов сопротивления перемещению материала при вертикальном и горизонтальном пневмотранспорте .....	271

### *Секция «АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК»*

<b>A. Nemchenko, A. Boyarskaya.</b> Mercedes-Benz Future Truck 2025 .....	275
<b>A. Shylkova, A. Boyarskaya.</b> Ageing Workforce Factors.....	279
<b>I. Ezhova, I. Kipnis.</b> Cutting Tools Materials.....	283
<b>G. Shityko, I. Scherbakov, N. Suruntovich.</b> Jewelry house Tiffany & Co.....	287
<b>K. Samonchyk, A. Mankevich, T. Lapitskaya.</b>	
Osmotic Energy.....	291
<b>R. Truhan, A. Cherenev N.Suruntovich.</b>	
LED and OLED technology. Essence and prospects.....	295
<b>T. Matyas, A. Galin, N. Suruntovich.</b> Solar Impulse-2... ..	298
<b>A. Azarko, K. Chepikov, Supervisor A. Bolvanovich.</b>	
Transport of the Future .....	301

<b>A. Piatyha, M. Anastasyev, I. Vanik.</b> Operating system Mac OS.....	305
<b>E. Yolochkin, D. Sedun, D. Komissarova.</b> The basics of video editing.....	309
<b>E. Vilejshikova, E. Khomenko, P. Loiko, O. Dymshits.</b> Novel NIR-to-NIR up-conversion phosphor for enhancing solar cell efficiency .....	312
<b>A. Zhukovskiy, V. Kucher, O. Piskun.</b> How to Build a House .....	316
<b>I. Ivanchik, O. Piskun.</b> Prices and Consumer Incomes ...	320
<b>I.Karabaniuk, S.Khomenko.</b> Alternative construction materials.....	322
<b>V. Komar, O. Piskun.</b> Food 3D printing technology .....	325
<b>I.Kuleshkov, A. Chayuk, A. Bolvanovich.</b> Modern engines .....	328
<b>P. Zaharov, N. Ladutska.</b> Road safety: the digital tachograph.....	330
<b>A. Romanovich, A. Yudin, N. Ladutska.</b> Ensuring safe transport of dangerous goods .....	332
<b>P. Dovzhenko, T. Lapitskaya.</b> Hybrids.....	335
<b>M. Marchuk, A. Shkompletova, A. Boyarskaya.</b> Bicycle sharing system.....	339
<b>K. Novitskiy, A. Boyarskaya.</b> Self-driving Cars .....	343
<b>Adamovich, M. Muraveiko, L. Pedko.</b> Improving fitness for sprints and stop-and-go sports - the science .....	347
<b>I. Drozd, M. Shantar, I. Surinovich, E. Slesarenok.</b> Kinetic Energy Recovery System .....	350

<b>I. Kuntsevich, E. Slesarenok.</b> National Association for Stock Car Auto Racing (NASCAR).....	353
<b>G. Romanovsky, A. Soltanov, E. Slesarenok.</b> History of social networks.....	357
<b>I. Hamulskiy, L. Pedko.</b> Peculiarities of Road Passenger Transport Market.....	360
<b>A. Hmyrak, D. Korobeynik, Y. Beznis.</b> Microcontrollers. Programmable Logic Controllers.....	364
<b>M.Spetsyian, S.Khomenko.</b> Friction Stir Welding.....	368
<b>K. Markin, S. Khomenko.</b> 3d-printer development for food materials.....	372
<b>G.Dudchenko, O. Piskun.</b> Power Engineering and Economics.....	375
<b>A. Sharoykina, T. Akulich.</b> The Design of Cars in Automobile Industry.....	378
<b>M. Barashkova, K. Gorbachenya, A. Yasukevich, V. Kisel, N. Kuleshov, N. Leonyuk, S. Choi, F. Rotermund, S. Khomenko.</b> Passively Q-switched Er,Yb:GdAl <sub>3</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> laser with SWCNT as a saturable absorber.....	382
<b>T. Taraila, O. Piskun.</b> Military transportation robots....	386
<b>I. Bryukhanov, I. Kipnis.</b> Metal cutting tools and tool holders.....	390
<b>D. Degtyarenko, D. Naumenko, S. Ostreiko.</b> What is Nanotechnology?.....	393
<b>V. Germanovich, V. Ivanov, O. Matusevich.</b> Fire Suppression Systems.....	396
<b>V. Rachkevich, I. Nichiporkov, S. Ostreiko.</b> Solar Roads. 400	
<b>Y. Pilipchuk, E. Khomenko.</b> Thermal Spray Coating Process and its variants.....	403

<b>D. Pleshko, T. Akulich.</b> The development of power engineering in Belarus on the example of Beryozovskaya Power Station .....	406
<b>D. Alehnovich, A. Polivenok, S. Ostreiko.</b> Hydrogen cars	410
<b>I. Prikhach, S. Lichevskaya.</b> Time Travel.....	413
<b>A. Ashuhina, A. Saiko, O. Molchan.</b> Multinational Corporations .....	417
<b>I. Chernetsov, L. Oren, O. Lapko.</b> History of cinematography.....	420
<b>P. Grigoryev, A. Mileiko.</b> Aluminium History.....	423
<b>O. Rusevich, A. Mileiko.</b> Casting and Foundry Definitions	427
<b>R. Elenevich, A. Mileiko.</b> History of AUDI .....	430
<b>O. Poznyak, A. Mileiko.</b> Wind Energy .....	434
<b>S. Tsygankova, O. Zubakina.</b> Pros and cons of nuclear technology for the 21st century .....	437
<b>A. Derman, O. Dubinko, I. Bazyleva.</b> Body Language...	441
<b>T. Lapshina, I. Bazyleva.</b> The famous British and interesting facts about them.....	445
<b>A. Maznev, V. Sbrodov, A. Tarasenkov, I. Bazyleva.</b> Healthy Lifestyle.....	448
<b>A. Shavlis, D. Lupenko, I. Bazyleva.</b> Environment today: main problems and ways of solution .....	452
<b>O. Medvedev, E. Rybaltovskaya.</b> Fundamentals of operating systems.....	456
<b>E. Yarkevich, A. Mileiko.</b> Lionel Messi Biography.....	459

Секция

**«ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»**

Репозиторий БНТУ

УДК 663.3

Адамчук С.И. Науч. рук. Цуприк Л.Н.

## **Сточные воды винодельческой промышленности**

Белорусский национальный технический университет

По расходу воды на единицу выпускаемой продукции винодельческая промышленность занимает одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства. Высокий уровень потребления обуславливает большой объем образования сточных вод, при этом они имеют высокую степень загрязненности примесями минерального и органического происхождения и представляют опасность для окружающей среды. Сточные воды винодельческой промышленности представляют собой устойчивую коллоидную систему, содержащую большое количество взвешенных веществ, а также все нелетучие органические и минеральные компоненты, присущие исходному вину в растворенном состоянии [1]. Воды винодельческих предприятий отличаются высоким количеством взвешенных веществ, растворенных органических соединений, большими величинами БПК и ХПК. Характеристика сточных вод винзавода представлена в таблице 1. В целом технология плодово-ягодного виноделия имеет много общего с технологией виноградных вин, так как в их основе лежат единые принципы, требующие проведения последовательного ряда определенных технологических операций (рисунок 1). Различие заключается в химическом составе и технологических свойствах сырья, используемого для приготовления плодово-ягодных вин [2]. Плодово-ягодные вина подразделяются на сортовые и купажные. Сортовые вина вырабатывают из одного сорта

данного вида плодов или ягод, а также из нескольких сортов одного вида плодов или ягод.

Таблица 1. Характеристика сточных вод винзавода

Сточные воды	t °С	pH	Содержание взвешенных веществ, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л	БПК <sub>п</sub> мг О <sub>2</sub> /л	ХПК, мг мг О <sub>2</sub> /л
Транспортно-мочные	10	9,0	1200	700	1000	1750
После замачивания сырья и транспортирования его дробильную камеру	20	6,1	610	450	620	1000
От промывки сырья	18	6,1	680	312	1214	3500
От гидротранспорта винограда	18	6,1	2350	523	1300	3400
От мойки:						
-сит	18	6,5	150	450	850	2400
-оборудования цеха брожения сырья	60	6,5	510	700	1150	2100
-дрожжевых аппаратов	20	6,8	50	160	350	630
Хозяйственно-бытовые	25	7,0	250	250	300	360

Производство виноградных и плодово-ягодных вин (рисунок 1) подразделяется на несколько этапов [3]:

- подготовка и переработка сырья;
- получение соков;
- брожение;
- отстаивание;
- купажирование;
- отдых вина и фильтрация;
- розлив.

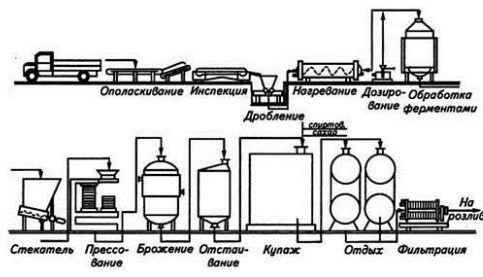


Рисунок 1 – Схема технологического процесса получения плодово-ягодных вин

Сточные воды на участке по производству соков и виноматериалов образуются в результате следующих технологических процессов: охлаждение сока в охладителе, сепарирование на сепараторах и холодильно-компрессорных станциях, мытье оборудования, трубопроводов, полов; кроме того, имеются и хозяйственно-бытовые стоки [4]. При переработке 1 т сырья образуется  $1,08 \text{ м}^3$  сточных вод (с учетом оборотной системы водоснабжения и последовательным использованием воды). Из этого количества на долю производственных вод приходится  $0,28 \text{ м}^3$ , хозяйственно-бытовых –  $0,02$  и условно чистых –  $0,78 \text{ м}^3$ .

При подготовке и переработке сырья сточные воды состоят из промывных и смывных вод, которые содержат загрязняющие вещества в виде стеблей, остатков листьев, небольших частиц поврежденных фруктов. Такие сточные воды содержат также фруктовую кислоту, щелочь из тканей фруктов и т. д. Кроме того, в промывных водах имеется большое количество виноградных выжимок (из прессов), а от промывания фильтровой ткани в водах остается определенный процент виноградного сусла [5].

При получении соков, в основном, образуются промывные воды центрифуг, приборов,



аппаратов в зависимости от используемых фруктов становятся слегка кислыми, имеют ароматический запах и большее или меньшее количество взвешенных веществ, часть которых можно удалить путем отстаивания. В результате брожения образуется послеспиртовая барда [6].

В бутылкомоечном отделении на 1 л вместимости бутылок образуется до 10 л загрязненной воды с БПК<sub>5</sub> 280 – 3100 мг О<sub>2</sub>/л. Из-за преимущественного, содержания в общем стоке моечных вод рН загрязненных сточных вод колеблется от 5 до 10.4. Средняя загрязненность сбрасываемых в канализацию стоков характеризуется следующими показателями: взвешенные вещества 72-322 мг/л, рН 6 – 7, БПК<sub>5</sub> 208 – 696 мг О<sub>2</sub>/л. Стоки бедны азотом, фосфором и должны подвергаться аэробной очистке совместно с хозяйственно-бытовыми стоками [7].

#### Библиографический список

1. Львович М.И. Вода и жизнь – М.: Мысль, 1986г. – 254 с.
2. Пальгунов Н.В. Промышленные сточные воды – Минск, 2000 г.– 415 с.
3. Виркина Г. А., Зыбко Н.В., Мирский А.В. Вода и сточные воды пищевой промышленности – М.: Пищевая промышленность, 1979 г. – 438 с.
4. Гавриленков А.Ч. Сточные воды винных производств / А.Ч. Гавриленков. – С-П.: Гиорд, 2006 г. – 272 с.
5. Валуйко Г.Г. Технология плодово-ягодных вин – М.: Технология вина, 2001 г.– 624с.
6. Анцыпович Н.С. Охрана природы на предприятиях винной промышленности – М: Агропромиздат, 1986 г. – 286 с.
7. Карелин Я.А., Репин Б.Н. Биохимическая очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности – М: Пищевая промышленность, 1974 г. – 166 с.

УДК 504.1

Апанасюк А.В. Науч. Рук. Бельская Г.В.  
**Воздействие предприятий деревообрабатывающей  
промышленности на окружающую среду**

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь располагает развитой лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленностью. Структура лесопромышленного комплекса представлена следующими отраслями: лесозаготовительная (13,5% общего объема выпуска продукции), деревообрабатывающая (69,5%), целлюлозно-бумажная (16,4%) и лесохимическая промышленность (0,6%) [5].

Деревообрабатывающее производство использует большое количество природного сырья и разнообразных материалов, формирует значительное количество отходов. Факторами вредного воздействия деревообрабатывающего производства на окружающую среду являются:

- продукты сгорания топлива в энергетических агрегатах при выполнении технологических процессов и уничтожении отходов (сажа,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ); летучие вещества, выделяющиеся при прессовании, склеивании, отделке, пропитке (ламинировании) бумаги, защитной обработке древесины и изготовлении деталей из пенополиуретана; летучие вещества, выделяющиеся при обслуживании, эксплуатации и зарядке аккумуляторных батарей;

- сбросы производственных, хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод в водотоки, водоемы и на почву;

- размещение отходов на организованных и несанкционированных свалках (полигонах);
- ущерб окружающей среде от вырубки лесов, потребления различных видов сырья, материалов, энергоносителей и отчуждения земель;
- шум, вибрация и излучения [1].

Наиболее характерными загрязняющими веществами являются твердые вещества (29,8 % суммарного выброса в атмосферу), оксид углерода (28,2 %), диоксид серы (26,7%), оксиды азота (7,9 %), толуол (1 %), сероводород (0,9 %), ацетон (0,5 %), ксилол (0,45 %), бутил (0,4 %), этилацетат (0,4%), метилмеркаптан (0,2 %), формальдегид (0,1 %) и др. [2].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на деревообрабатывающих предприятиях являются цеха механической обработки древесины, производства плит ДСП, ДВП, клееной фанеры, ламинированных плит, слоистых пластиков, а также отделочные, облицовочные, сушильные цеха [2].

В результате интенсивного использования деревообрабатывающими предприятиями водных ресурсов происходит загрязнение водоемов, что в итоге приводит к значительным качественным и количественным изменениям региональных водных бассейнов и гидросферы в целом.

Различают следующие виды загрязнения природных вод: химическое, физическое, биологическое и тепловое. Химическое загрязнение воды происходит вследствие поступления в водоемы со сточными водами вредных примесей органического и неорганического происхождения.

Основными поставщиками органических вредных веществ в сточные воды являются предприятия мебельной промышленности, заводы и цеха по производству

древесноволокнистых и древесностружечных плит, клееной фанеры, ремонтно-механические цеха и др.

Физическое загрязнение водоемов связано с изменением ее физических свойств - прозрачности, содержания взвесей и других нерастворимых примесей, радиоактивных веществ, а также температуры.

Суспензии (песок, глина, ил, опилки, мелкие частицы коры, отходы синтетических смол и др.) попадают в водоемы в основном вследствие поверхностного смыва дождевыми водами с территорий складов, материалов, лесопильных цехов, окорочных станций, заводов по производству ДСП, ДВП, клееной фанеры, а также при мытье технологического оборудования и т.п.

Существенным загрязнителем вод является пыль, которая переносится на значительные расстояния и попадает в водоемы. Твердые частицы резко снижают прозрачность воды, приводят к повышению мутности, вследствие чего подавляется процесс фотосинтеза водных растений, снижаются вкусовые качества воды.

Тепловое загрязнение водоемов, является особым видом загрязнений. Оно вызвано попаданием в водоемы сточных вод повышенной температуры.

Источниками тепловых загрязнений водоемов могут быть цеха гидротермической обработки древесины, цеха по производству клееной фанеры, ДВП, ДСП, котельных и т.д.

Избыточное тепло, поступающее вместе с нагретыми сточными водами в водоемы, существенно изменяет термический и биологический режим водоемов, что может вызывать изменения микроклимата и гибель флоры и фауны.

Биологическое загрязнение водной среды заключается в поступлении водоемов вместе со сточными водами различных видов микроорганизмов.

Основными источниками биологического загрязнения на деревообрабатывающих предприятиях являются бытовые сточные воды от санузлов, душевых, столовых и др. Эти сточные воды могут попадать в водоемы без достаточной очистки и вызывать биологическое загрязнение [4].

Процесс обработки и переработки древесины во всех производствах связан с получением большого количества отходов. Начиная с первой стадии - вырубке леса и вывоза хлыстов, и заканчивая последней стадией - обработкой древесины, технологические процессы сопровождаются отходом части древесины, которая не используется в дальнейшем производстве. Объем отходов не только соизмерим с его объемом получающейся продукции, но зачастую и превосходит его [5].

#### Библиографический список

1. Лявданская О.А. Основы деревообработки: учебное пособие – Оренбург н/Д, 2011 – 274 с.
2. Писецкая Е.Н. Очистка выбросов деревообрабатывающих предприятий/ Е.Н. Писецкая// Экология на предприятии - 2014.-№9. - С. 39-40
3. Мисун Л.В. Инженерная экология в АПК : пособие для студ. инж. спец. вузов– Минск н/Д, 2007. - 304с.
4. Учебники онлайн [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://uchebnikionline.com>
5. Знай товар [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new2508.html>

УДК 574.064.38(076.6)

Бубнова Д.А. Науч. рук. Ролевич И.В.

## Загрязнение атмосферного воздуха формальдегидом в процессе производства продукции деревообработки

Белорусский национальный технический университет

Технологические процессы деревообрабатывающих производств сопровождаются выделением в атмосферу формальдегида. Так, в цехах по производству мебели, древесноволокнистых и древесностружечных плит, на участках ламинирования он поступает в воздушную среду из лакокрасочных материалов, клеевых композиций, пропиточных смол, из некоторых видов тропических и твердых пород древесины [1].

Формальдегид является одним из основных и токсичных загрязнителей атмосферного воздуха (рис. 1).



Рис. 1 – Источники образования формальдегида

Формальдегид рассматривается как опасное соединение, внесенное в перечень из 250 вредных веществ. Он классифицируется как токсичное вещество 2-го класса опасности, гигиенические нормативы которого в атмосферном воздухе составляют  $30 \text{ мкг/м}^3$  (ПДК<sub>мр</sub>) и  $12 \text{ мкг/м}^3$  (ПДК<sub>сс</sub>) [2].

При повышенных концентрациях формальдегид оказывает многообразное токсическое, канцерогенное, мутагенное и аллергическое действие на организм человека. В связи с этим оценка поступления формальдегида в окружающую среду является важнейшим условием разработки природоохранных мероприятий. В то же время данные о выбросах предприятиями формальдегида остаются неполными [3-4].

В связи с этим целью настоящей работы является анализ загрязнения атмосферного воздуха в процессе производства продукции деревообработки на предприятиях ЗАО «Холдинговой компании «Пинскдрев».

Согласно проведенным исследованиям, деревообрабатывающие предприятия ЗАО «Холдинговой компании «Пинскдрев» (производство фанеры, древесностружечных плит, мебели и столярных изделий) являются промышленными источниками выброса формальдегида. Выявлено, что до 15% свободного формальдегида, содержащегося в смоле (фенолоформальдегидной, карбамидоформальдегидной и др.), поступает в воздушную среду при обработке изделий. Кроме формальдегида в воздушную среду поступает комплекс вредных веществ из лакокрасочных материалов, клеевых композиций, пропиточных смол (фенол, стирол, бензол, ацетон, этилацетат, этилбензол, гексаналы, пропиленбензол, хром, никель, кобальт и др.).

Первичные источники выделяют формальдегид. Вторичные выделяют органические соединения, из

которых при определенных условиях образуется формальдегид. Образование происходит за счет фотохимических реакций и процессов трансформации органических соединений, загрязняющих атмосферный воздух, таких как метан, метиловый спирт, муравьиная кислота, хлорпроизводные метана и т.д. (рис. 2).

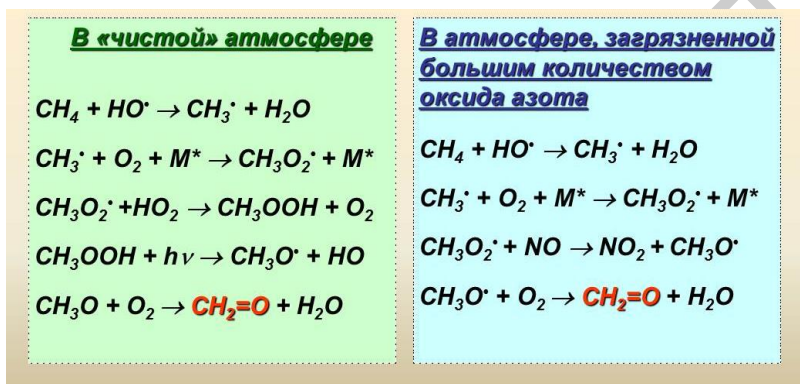


Рис. 2 – Последовательность химических реакций образования формальдегида в воздухе.

Формальдегид, содержащийся в воздухе, распадаясь, трансформируется в муравьиную кислоту, или метиловый спирт. Взаимодействуя с компонентами атмосферы они превращаются в СО и воду.

Интенсивность загрязнения воздушной среды зависит от способа нанесения лакокрасочного материала, его химического состава и свойств компонентов, физико-химических свойств применяемых растворителей.

Интенсивность выделения летучей части лакокрасочных материалов определяется режимом сушки (температура, подвижность воздуха) готовых изделий или их элементов. При окраске древесины применяют красители: кислотные (натриевые, аммониевые или



калиевые соли), основные (основные аминогруппы), прямые (электронодонорные амино- и оксигруппы ауксохромов).

При производстве фанеры высокая температура и влажность воздуха у пропарочных камер, сушилок и прессов способствуют выделению в воздух паров формальдегида, у сушилок для подсушки клеевого слоя и у прессов (при использовании мочевино-формальдегидных клеев).

В производстве древесностружечных плит выделение паров формальдегида происходит при горячем прессовании плит, пропитанных смоляным клеем, у формовочных агрегатов. В производстве мебели источником формальдегида являются склеивание и фанерование, а также аэрозоли лаков и паров растворителей при отделке.

Источником загрязнения атмосферного воздуха является также ламинат. Ламинат производят из отходов деревообрабатывающей промышленности «сухим способом», т.е. из измельченного дерева. Поверхность панели покрывают меламиновой и, реже, акриловой смолами. Производство меламиновых смол идет путем смешивания меламина с формальдегидным компонентом. Во время покрытия панели меламиновыми смолами происходит сильное выделение формальдегидных паров. Особенно значительное оно при длительном воздействии на образцы повышенной температуры.

Таким образом, деревообрабатывающая промышленность является важнейшим промышленным источником выбросов формальдегида. При изготовлении и дальнейшей эксплуатации древесных материалов на основе использования лакокрасочных материалов, клеевых композиций, пропиточных смол из них выделяется свободный формальдегид. Его количество зависит от

технологии изготовления древесных композиционных материалов (породы древесины и содержания коры, типа связующего, количества отвердителя и формальдегидосвязывающих добавок, влажности осмоленных древесных частей, режима прессования и др.) и от условий эксплуатации (влажности и температуры воздуха, воздухообмена). Высокие концентрации формальдегида выявляют в цехах по производству мебели, древесноволокнистых и древесностружечных плит, на участках ламинирования. Формальдегид обладает токсическим, аллергенным, мутагенным и канцерогенным действием. Поэтому актуальным является разработка природоохранных мер по снижению количества формальдегида в атмосферном воздухе на предприятиях по деревообработке.

#### Библиографический список

1. Какарека С. В., Ашурко Ю. Г. Анализ и оценка источников выбросов формальдегида в атмосферный воздух на территории Беларуси. Природопользование. Вып. 21. 2012. – С. 75-81.
2. Нормативы предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно-безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения. Введ. : М-во здравоохранения РБ. Минск, 2010. – 29 с.
3. Анохин, А. Е. Снижение токсичности мебели / А. Е. Анохин. М., 2002. – 128 с.
4. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М.: Медицина, – 1985 – С. 190.

УДК 622:504.3

Гуцева Е.Ю. Науч. рук. Бельская Г.В.

## **Оценка воздействия ОАО «Белвторчермет» на окружающую среду**

Белорусский национальный технический университет

Одним из путей экономии сырьевых ресурсов является повышение уровня использования вторичных материальных ресурсов - отходов производства и потребления. Объем вторичных материальных ресурсов возрастает по мере увеличения основной продукции отраслей народного хозяйства. Значительную часть вторичных материальных ресурсов составляют вторичные черные металлы, занимающие одно из первых мест в сырьевой базе как по объему, так и по значению для народного хозяйства. Вторичные черные металлы служат исходным сырьем для выплавки стали, производства ферросплавов, стального и чугунного литья.

Одним из ведущих предприятий Республики Беларусь по заготовке и переработке чёрного металлолома является государственное предприятие ОАО «Белвторчермет».

Основными направлениями деятельности которого являются:

– заготовка (закупка), организация доставки на договорной основе лома и отходов черных металлов от всех предприятий и организаций Республики Беларусь;

– первичная обработка, т.е. проведение совокупности технологических процессов по сортировке, разделке, резке, сепарации, пакетированию, пиротехническому и радиационному контролю лома и отходов черных металлов, а также приведение их к соответствующей массе и габаритам;

– переработка отдельных видов лома и отходов черных металлов для получения отливок на предприятиях республики;

– отгрузка лома и отходов черных металлов металлургическим и иным предприятиям.

После переработки отходов и лома черных металлов получают следующий вид продукции: металлолом стальной углеродистый, стальной легированный, чугунный, габаритный вне класса, негабаритный вне класса; окалина [1].

Однако, как и любое производственное предприятие ОАО «Белворчермет» в результате технологических процессов, как основного, так и вспомогательного производства, оказывает значительное воздействие на компоненты окружающей среды.

Общий технологический процесс заготовки и переработки отходов и лома черных металлов на данном предприятии представлен на рисунке 1.



Рис. 1 – Принципиальная схема заготовки и переработки отходов и лома черных металлов на ОАО «Белворчермет»

Основные воздействия на окружающую среду от технологических процессов основного производства в результате первичной переработки металлолома представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1 - Воздействия на окружающую среду основного производства ОАО «Белвторчермет»

Стадия технологического процесса, процесс	Воздействие
Приемка, разгрузка и складирование металлолома	Выбросы в атмосферу (твердые частицы суммарно)
Сортировка отходов и лома черных металлов	Выбросы в атмосферу (твердые частицы)
	Образование отходов (загрязненные грунты)
Дробление и брикетирование стружки (работа дробилки и брикетировочного пресса)	Выбросы в атмосферу (твердые частицы, железо (II) оксид)
	Образование отходов (прочие загрязненные грунты, отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка, стружка стальная незагрязненная, смесь нефтепродуктов отработанных)
Дробление металлолома (Работа копера эстакадного и шредерной установки)	Выбросы в атмосферу (твердые частицы, железо (II) оксид)
	Образование отходов (прочие загрязненные грунты, отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка)
Ножничная резка металлолома (Работа пресс-ножниц)	Выбросы в атмосферу (твердые частицы, железо (II) оксид,
	Образование отходов (стружка стальная незагрязненная, абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов)
Газовая резка металлолома	Выбросы в атмосферу (углерода оксид, азота (IV) оксид, железо (II) оксид, марганец и его соединения)
Пакетирование металлолома	Выбросы в атмосферу (твердые частицы, железо (II) оксид)
Складирование и погрузка переработанного металлолома	Выбросы в атмосферу (твердые частицы суммарно)

Однако вспомогательное производство также оказывает воздействие на окружающую среду. Суммарно основное и вспомогательное производство выбрасывают в атмосферный воздух 43,363 тонн загрязняющих веществ в год.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются углерода оксид, азота (II) оксид, азота (IV) оксид, железо (II) оксид, марганец и его соединения, твердые частицы. Образующиеся отходы основного производства в основном являются металлосодержащие. На данном предприятии не используются водные ресурсы за исключением применения в хозяйственно-питьевых целях и мойки машин. Ливневые сточные воды содержат в основном взвешенные вещества и нефтепродукты.

При оценке воздействия ОАО «Белвторчермет» на окружающую среду следует, что данное предприятие оказывает значительное воздействие на атмосферный воздух и образует значительное количество отходов, что требует осуществления природоохранных мероприятий по уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

#### Библиографический список

1. Белвтормет [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.bvm.by/>.
2. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник Т.3. Калуга: Н. Бочкаревой, 2003, - 1024с.

УДК 504.064.4

Даниленко А.С. Науч. рук. Малькевич Н.Г.

## **Актуальные экологические проблемы в Филиале «Мозырское ПХГ ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»**

Белорусский национальный технический университет

Последние десятилетия удельный вес природного газа в топливно-энергетическом балансе многих стран, в том числе и Беларуси, неуклонно возрастал, потому как природный газ – высококалорийное, ценнейшее топливо. По сравнению с другими видами, его проще и дешевле доставлять к местам потребления, удобнее сжигать, в выбросах в атмосферу меньше загрязняющих веществ.

Весомым фактором повышения прочности отечественной энергосистемы является наращивание резервных запасов природного газа посредством хранения его в подземных хранилищах. Наиболее развитым и перспективным на данный момент является Мозырское подземное хранилище газа. Общий объем хранимого газа в 14 подземных резервуарах Мозырского ПХГ составляет 455 млн.м<sup>3</sup>.

Функции Мозырского ПХГ:

- регулирование сезонной неравномерности газопотребления;
- хранение резервов газа на случай аномально холодных зим;
- обеспечение подачи газа потребителям в случае нештатных ситуаций в системе магистральных трубопроводов;
- создание долгосрочных резервов газа на случай форс-мажорных обстоятельств при транспортировке газа.

Основные технологические процессы, осуществляемые в Мозырском ПХГ, связаны с загрязнением атмосферного воздуха. Валовый выброс загрязняющих веществ Мозырского ПХГ составляет – 482,555 т/год. На предприятии насчитывается 50 источников выбросов, из которых в атмосферный воздух поступает 15 загрязняющих веществ, таких как оксиды азота, аммиак, метан, диоксид серы, метанол, оксиды углерода, углеводороды, формальдегид и другие.

В Мозырском ПХГ внедрена и функционирует система управления окружающей средой. Главным критерием ее результативности и эффективности является следование экологической политике предприятия и управление экологическими аспектами.

Наиболее значимыми являются выбросы метана, при работе газоперекачивающих агрегатов, стравливания газа с контуров нагнетателя, продувке сепараторов и т. д.

В мировой практике не существует методов очистки выбросов от природного газа, однако возможно сведение их количества к минимуму за счет организационных действий на этапе их образования. К таким мероприятиям относятся:

1) поочередная залповая продувка сепараторов в процессе закачки природного газа в подземный резервуар;

2) отвод газа из аппаратов в резервный «карман» трубопровода вместо стравливания газа при внутреннем осмотре и ремонте, при ревизии и государственной проверке оборудования, при проверке работоспособности предохранительных клапанов;

3) повышение периодичности наладок и контроля за состоянием оборудования компрессорной станции во избежание чрезвычайных остановок работы газоперекачивающих агрегатов и аварийного сброса газа;



4) увеличение высоты свечи срабатывания газоперекачивающего агрегата компрессорной станции либо использование дополнительных насадок для улучшения условий рассеивания загрязняющих веществ;

5) замена фланцевых соединений участков газопровода сварными с целью снижения потерь природного газа через неплотности запорно-регулирующих арматур;

6) профилактика и обработка газопроводов для предотвращения коррозии внутренних стенок;

7) установка датчиков слежения за повышением концентрации метана в зонах повышенной вероятности утечек (стыки технологических узлов, задвижки и заглушки скважин и т. д).

#### Библиографический список

1. Кязимов, К. Г. Основы газового хозяйства/ К. Г. Кязимов – Учебник. – М.: Высш. школа. 1981. – 320 с.
2. Бухгалтер, Э. Б., Самсонов, Р. О., Будников, Б. О., Пыстина, Н. Б., Загородняя, А. А. Экология газового комплекса / Бухгалтер Э. Б. [и др.] – М.: Научный мир, 2007. – 383 с.
3. Огурцов, А.П., Залищук, В.В. Энергия и энергосбережение/А. П. Огурцов, В.В. Залищук – Днепропетровск: Системные технологии, 2002.– 865 с.

УДК 504

Другакова Л.В. Науч. рук. Зеленухо Е.В.

## **Воздействие предприятий молочной промышленности на окружающую среду**

Белорусский национальный технический университет

Молочная отрасль Беларуси имеет доминирующее значение в перерабатывающей промышленности, так как производит самые важные для населения страны продукты питания. В Республике Беларусь функционирует 47 предприятий, занимающихся переработкой молока. Крупнейшие предприятия отрасли: «Савушкин продукт», «Бабушкина крынка», «Беллакт», «Березовский сыродельный комбинат», «Слуцкий сыродельный комбинат», «Глубокский МКК» и др.

Структура переработки молока представлена на рисунке 1.

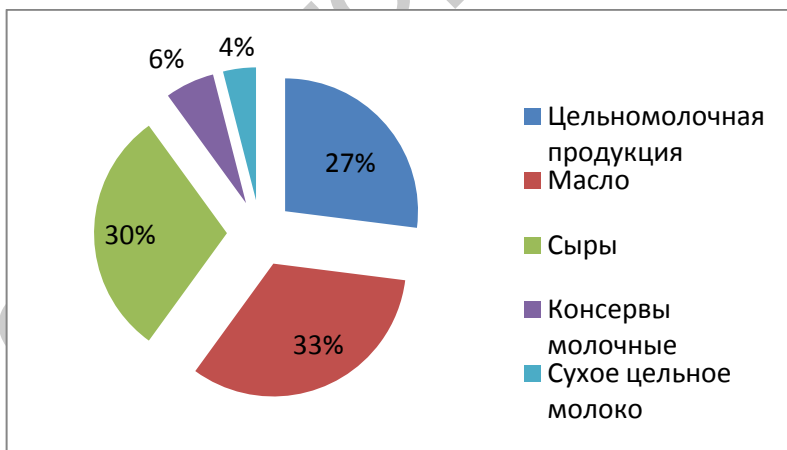


Рис. 1 – Структура переработки молока в Республике Беларусь

Производственная деятельность предприятий молочной промышленности является источником воздействия на атмосферный воздух в виде выбросов загрязняющих веществ, образования сточных вод, а также образования отходов.

Основными источниками загрязнения воздушной среды в молочной промышленности являются производство сухого молока и молочных продуктов (сушильные установки, огневые калориферы), жестянобаночный цех (лужение, лакировка, травление, пайка), производство казеина (дробилки, казеиносушилки), отделение мойки тары и оборудования, производство мороженого (печь для выпечки вафель), сыродельное производство (коптилки колбасного сыра) [1].

К основным загрязняющим веществам, поступающим в атмосферный воздух при технологических процессах производства молока и молочной продукции относятся: пыль, летучие органические соединения (ЛОС), хладагенты, содержащие аммиак и галогены, продукты горения, такие как  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  и др.

Важной проблемой данной отрасли является образование сточных вод. На предприятиях молочной промышленности воду используют для мойки технологического оборудования, трубопроводов, тары (цистерн, фляг, бутылок и т.д.), мытья полов, панелей, производственных помещений, охлаждения молока и молочных продуктов, для работы технологических и паросиловых установок, а также для хозяйственно бытовых нужд. Часть воды потребляется при восстановлении сухого молока и входит в состав продуктов.

Основные загрязнения сточных вод представлены органическими соединениями (белковыми и минеральными веществами животного происхождения),

концентрацию которых можно установить по количеству кислорода, необходимого для химического окисления, или эквивалентного количеству кислорода, необходимого для их биологического окисления.

Сточные воды предприятий молочной промышленности, направляемые на очистные сооружения, предварительно очищают от взвешенных веществ и крупных отбросов. С этой целью в составе очистной станции предусматриваются сооружения механической очистки: решетки, песколовки и отстойники.

Для удаления из воды растворенных органических веществ наиболее часто применяют биохимическое их окисление в природных или искусственно созданных условиях. В первом случае для этого используют почвы, проточные и замкнутые водоемы, во втором – специально построенные для очистки сооружения (биофильтры, аэротенки и др.) [4].

Образование твердых органических отходов на предприятиях по переработке молока главным образом связано с характером технологических процессов. При сепарировании молока, производстве сливочного масла получают побочные продукты – обезжиренное молоко, пахту и молочную сыворотку. Обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка относятся к вторичным ресурсам молочного подкомплекса.

Кроме получения вторичных продуктов, переработка молока связана с неизбежными производственными потерями сырья (например, проливы молока). Также к отходам относятся аполоски от мытья молочного оборудования, отбросы (сепарационная слизь), осадки, образующиеся в результате работы центрифуг-сепараторов и в процессе очистки сточных вод. Кроме того, отходы образуются в результате упаковки продукции, ее хранения и реализации [3].

Таким образом, предприятия молочной промышленности оказывают значительное негативное влияние на окружающую среду. Для снижения этого воздействия предприятиям необходимо разрабатывать природоохранные мероприятия, направленные на совершенствование и модернизацию существующего технологического оборудования.

#### Библиографический список

1. Бражников А.М., Малова Н.Д. Кондиционирование воздуха на предприятиях мясной и молочной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 265 с.
2. Рейтинг стран мира по производству коровьего молока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/reitingi/reitingi\\_1082.html](http://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/reitingi/reitingi_1082.html). – Дата доступа: 03.04.2016.
3. Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда. Производство молочных продуктов – 2007. – 22 с.
4. Шифрин С.М., Иванов Г.В., Мишуков Б.Г., Феофанов Ю.А. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 272 с.

УДК 502.654

Зубахо Я.В., Никитина В.В. Науч. рук. Хорева С.А.

## **Индикаторы результативности производственного менеджмента на СП ОАО "Спартак"**

Белорусский национальный технический университет

СП ОАО «Спартак» – предприятие со смешанной формой собственности, с иностранными инвестициями и долей государства. Кондитерская фабрика «Спартак» основана в 1924 году. В 1994 году государственная кондитерская фабрика «Спартак» была преобразована в открытое акционерное общество «Спартак» (ОАО «Спартак»), а в 1998 году – в совместное предприятие открытое акционерное общество «Спартак» (СП ОАО «Спартак»).

Непосредственный производственный менеджмент осуществляется на основе планирования, организации работ, координации, мотивации труда, контроля хода за исполнением решений и регулированием хода производства. Производственные подразделения предприятия действуют и развиваются в соответствии с определенными целями. Цели и задачи - это те конечные рубежи к достижению которых направлена деятельность коллектива предприятия. Каждое подразделение может иметь свои цели и задачи. Но в конечном итоге, основная управленческая цель остается одной и той же для каждого из них: безусловное выполнение заданной производственной программы выпуска продукции и достижения при этом минимальных затрат материалов, труда, времени и денежных средств. В настоящее время фабрика производит более 340 наименований кондитерских изделий, включая изделия лечебно-

профилактического назначения. СП ОАО «Спартак» специализируется на выпуске кондитерских изделий следующих групп: карамель, печенье, конфеты, шоколад, вафли, торты. На фабрике сегодня существуют 4 основных цеха: бисквитный, карамельный, вафельный, конфетно-шоколадный, где в широком ассортименте производят вышеуказанные виды продукции. На этаже, где конфеты и батончики заворачиваются и укладываются в короба, к сладостям у людей есть доступ. Но принимать пищу на рабочем месте строго запрещено.

Основное производство имеет высокий уровень технического развития. Практически полностью автоматизированы линии по производству шоколада, печенья, карамели, вафель. Фотодатчики сканируют форму и происходит наполнение шоколадной массой. Тут же форма проходит виброобработку, чтобы в плитке не было пустот, затем на шоколаде формируется "корочка". На этой же линии одновременно делают и шоколадные батончики с помадно-сливочной, помадно-шоколадной начинками, конфеты с цельным и дробленным фундуком, вишней. В каждую ячейку попадает строго определенное количество начинки, орехов. В самую последнюю очередь формируется "донышко" - это верх шоколада.

Торговая марка «Спартак» является основной торговой маркой, под которой выпускаются кондитерские изделия фабрики. В 2013 году созданы суб-бренды - Impresso и Escaminio. Торговая марка Escaminio ориентирована на средний сегмент рынка, а марка Impresso – на премиум-сегмент.

#### Система менеджмента качества

Система менеджмента качества является основой постоянного улучшения и совершенствования деятельности СП ОАО "Спартак" и направлена на достижение результатов в соответствии с целями в области

качества: повышение удовлетворенности потребителей и улучшение качества продукции, отлаженной организацией производства, высоким уровнем квалификации персонала.

#### Система HACCP

Помимо того, что продукция должна быть качественная, она еще должна быть безопасной для потребителя. Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) – система, которая выявляет, оценивает, контролирует и предотвращает опасности (риски), которые могут сделать пищевые продукты опасными для здоровья человека.

#### Система менеджмента окружающей среды

На СП ОАО «Спартак» проведена экологическая оценка технологических процессов основных и вспомогательных цехов, начиная с использования сырья, материалов и ресурсов, заканчивая отгрузкой готовой продукции, включая все стадии жизненного цикла продукта.

**Индикаторами успешности производственного менеджмента на СП ОАО «Спартак»** следует отнести повышенную гибкость предприятия, способность быстро откликаться на желание заказчика, разнообразие ассортимента по сравнению с конкурентами. На предприятии большое внимание уделяется техническому перевооружению, модернизации оборудования.

Однако на предприятия есть проблемы развития производства. Так, если объем производства продукции в стоимостном выражении растет, то в натуральном выражении падает. Это говорит о том, что предприятие теряет конкурентные позиции на рынке кондитерских изделий и вынуждено сокращать объемы производства. За три года выпуск кондитерских изделий в натуральном выражении сократился на 12,2 %. Спад производства наблюдается по всем номенклатурным группам



кондитерских изделий, кроме шоколада, объем выпуска которого за три года вырос на 61,9 %. Таким образом, фабрика «Спартак» поддерживает на достаточно высоком уровне конкурентные позиции на данном сегменте рынка кондитерских изделий.

Ежегодно сокращается численность персонала предприятия, что является косвенным свидетельством повышения механизации и автоматизации производства.

Вследствие сокращения численности работников предприятия и увеличения объема производства в стоимостном выражении за три года выросла производительности труда на 72,3 % (в фактических ценах), на 20,9 % (в сопоставимых ценах).

За три года количество оборотов оборотных средств снизилось на 32,5%, что трактуется отрицательно. Чтобы улучшить ситуацию, необходимо увеличивать выручку от реализации, обеспечивать более высокие темпы ее прироста по сравнению со среднегодовой стоимостью оборотных средств. Для этого стоит уделять больше внимания вопросам реализации продукции, разработке и развитию новых и эффективных каналов товародвижения.

УДК 621.313

Зубик П.В. Науч. рук. Бельская Г.В.

## **Оценка эффективности применения биогаза в качестве топлива**

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь относится к числу государств, которые не располагают достаточными запасами ископаемого топлива для достаточного обеспечения энергоресурсами производственного и жилищно-коммунального секторов. В условиях ограниченности ресурсного потенциала актуальным является оптимизация топливного баланса путем замещения импортируемых видов топлива местными и возобновляемыми источниками энергии. В соответствии с Национальной Программой по рациональному использованию энергетических ресурсов Республики Беларусь на 2011-2015 гг., планируется увеличить использование местных и возобновляемых источников энергии в 1,9 раза (до 5,7 млн. туг) и на четверть заместить долю импортируемого природного газа к 2020г, потребление которого в настоящее время составляет 20,3 млрд. м<sup>3</sup>.

Одним из направлений оптимизации топливного баланса Республики в данной работе рассматривается внедрение и использование биогазовых технологий для производства энергии. Согласно проведенным расчетам ресурсный потенциал биогаза составляет 3,50 млрд. м<sup>3</sup>, 59,21 млн. м<sup>3</sup> от отходов животноводства и очистных сооружений соответственно, что составляет более 10,5% от импортируемого природного газа.

Биогаз представляет собой газ, получаемый в процессе анаэробного сбраживания органической массы. Бактерии, которые находятся в биореакторе, заставляют

разлагаться органические вещества. В результате такого процесса образуются метан, углекислый газ и некоторое количество сероводорода. В качестве исходного материала выступают навоз, птичий помет, различные растительные, древесные и бытовые отходы.

Сырье поступает в некоторый приемник и затем с помощью насоса (насосной станции) поступает в реактор. В реакторе, в котором находятся анаэробные бактерии, в результате жизнедеятельности которых вырабатывается биогаз, биомасса перемешивается. Для поддержания нормальной жизнедеятельности бактерий реактор оснащается системой обогрева. На выходе газ поступает в газовое хранилище. При необходимости проводится очистка полученного биогаза. Переброженная масса в дальнейшем используется в качестве высокоэффективного удобрения. Далее полученный газ поступает в когенерационную установку, где при сжигании получают электрическую и тепловую энергию. Принципиальная схема биогазового реактора представлена на рисунке 1.

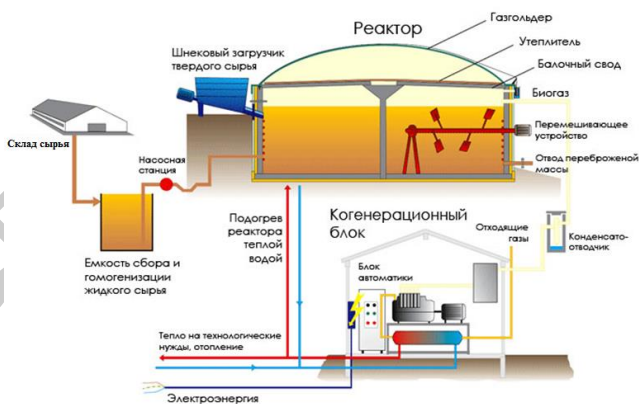


Рисунок 1. Принципиальная схема биогазового реактора

Полученный газ состоит из метана (в среднем 60 %), углекислого газа (38 %), паров воды, незначительного количества сероводорода и аммиака. По составу и энергетическим характеристикам биогаз наиболее схож с природным газом, состоящим на 98 % из метана. Сравнительные данные по теплотворной способности различных видов топлива, используемых в энергетической отрасли Республики, представлены на рисунке 2.



Рисунок 2. Теплотворная способность различных видов топлива

Анализ представленных данных показал, что биогаз по теплотворной способности превосходит основные местные виды топлива, что делает его использование более выгодным и перспективным.

Биогаз является перспективным источником энергии не только с экономической точки зрения. Его использование оказывает значительный вклад в экологическое благосостояние региона сразу по нескольким причинам:

— является возобновляемым источником получения энергии: субстратом для его получения служат органические отходы различных отраслей народного хозяйства;

–способ получения биогаза является одновременно методом утилизации различных органических отходов;

–продукт брожения биомассы используется в качестве удобрений, которые более эффективны в сравнении с традиционными органическими удобрениями.

–сжигание биогаза является более экологически чистым по сравнению со сжиганием традиционных для Республики видов топлива. Так, в работе был проведен расчет выбросов оксида углерода и азота, диоксида серы и твердых загрязняющих веществ при сжигании различных видов топлива. Анализ результатов расчета показывает, что выбросы оксидов углерода и азота минимальны в сравнении с другими видами топлива, выбросы диоксида и твердых загрязняющих веществ практически отсутствуют.

#### Библиографический список

1. Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011-2015 годы.
2. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт =Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Атмасфера. Выкіды забруджвальных рэчываў ў атмасфернае паветра. Парадак вызначэння выкідаў пры спальванні паліва ў катлах прадукцыйнасцю цяпла да 25 МВт: ТКП 17.08-01-2006 (02120). – Введ. 28.02.2006. – Минск: Минприроды, 2006. – 47 с.
3. Бельская, Г.В., Зеленуха, Е.В., Зубик, П.В. «Оценка эффективности использования биогазовых технологий при производстве энергии в Республике Беларусь» - Тез.докл. в сб. БНТУ: Наука - образованию, производству, экономике, Мн.: 2014.

УДК 621.74

Каховка С.В. Науч. рук. Хорева С.А.

## **Основные методы использования земли (песка) горелой формовочной как отхода литейного производства**

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время крупное промышленное производство сопряжено с образованием большого количества отходов и сталкивается с проблемой их удаления. На рисунке 1 приведена принципиальная схема удаления отходов (на стадии их ликвидации).



Рисунок 1 – Принципиальная схема удаления отходов

Проблема отходов многогранна. С одной стороны, большинство видов отходов можно рассматривать как вторичные материальные и энергетические ресурсы, для использования и переработки которых имеются соответствующие технологии, с другой стороны – как загрязнители атмосферного воздуха, водных ресурсов,

почв, растительности в силу их токсичных и других опасных свойств.

Одним из основных приоритетов в области обращения с отходами является их образование и максимальное вовлечение отходов в хозяйственный оборот. Хорошее разделение материалов является основой для облегчения способов восстановления, переработки и повторного использования. Отходы всегда должны перерабатываться или восстанавливаться, пока регулирующие органы не установят, что восстановление «технически и экономически невозможно» [1].

Вопрос об отходах, которые образуются в результате работы литейных цехов, является актуальным.

Твердые отходы литейных производств в значительной части относятся к числу крупнотоннажных, поэтому проблема их переработки существенно актуализируется в связи со все более ограниченными возможностями их складирования.

Твердые отходы литейного производства содержат в основном землю (песок) формовочную горелую. Земля (песок) формовочная горелая является крупнотоннажным отходом металлургического производства. Основным приемом удаления этого отхода является складирование на городских полигонах твердых бытовых отходов.

Земля (песок) формовочная горелая образуются на этапе выбивки и очистки отливок (600 кг на 1000 кг литья).

Существующие методы использования земли (песка) формовочной горелой можно разделить на три группы:

- методы с применением технологий по переработке и утилизации отработанной горелой земли (утилизация);
- методы с применением технологий, обеспечивающих рециклинг отхода производства (регенерация);

– использование отхода без дополнительной обработки с учетом экологической безопасности.

Поскольку для отхода из-за различного содержания связующих компонентов в нем известно несколько технологий переработки и типов оборудования то число предлагаемых к освоению вариантов достаточно разнообразно. Это практически исключает экономически обоснованный выбор конкретной технологии, приводит к распаду единой проблемы утилизации отходов на отдельные фрагменты. Ориентирование на переработку отходов на отдельных сравнительно небольших установках резко увеличивает стоимость операций, в то же время наблюдается спрос на данные отходы в других отраслях производства.

1. Применение отхода в качестве добавок в другом производстве.

Известны различные способы утилизации земли (песка) формовочной горелой в качестве добавок при приготовлении строительных и дорожно-строительных материалов. На основе этого отхода производства получают силикатный кирпич, строительные растворы, стеновые камни.

2. Применением технологий, обеспечивающих рециклинг отхода производства.

В последнее время, в связи с постоянным ростом стоимости свежих песков и ростом тарифов на вывоз отработанных материалов, все острее встает вопрос повторного использования отработанных формовочных песков, для чего требуется его регенерация.

Внедрение на предприятии процесса регенерации земли (песка) формовочной горелой обеспечивает сокращение в несколько раз количества складированных твердых отходов (иногда их полную ликвидацию).

Весь технологический процесс регенерации, независимо от выбранного метода (рисунок 2), состоит из



трех этапов: подготовка обработанной смеси; отделение поверхностных пленок от зерен песка; удаление пылевидных фракций из зерновой основы песка, т.е. сепарация [2].

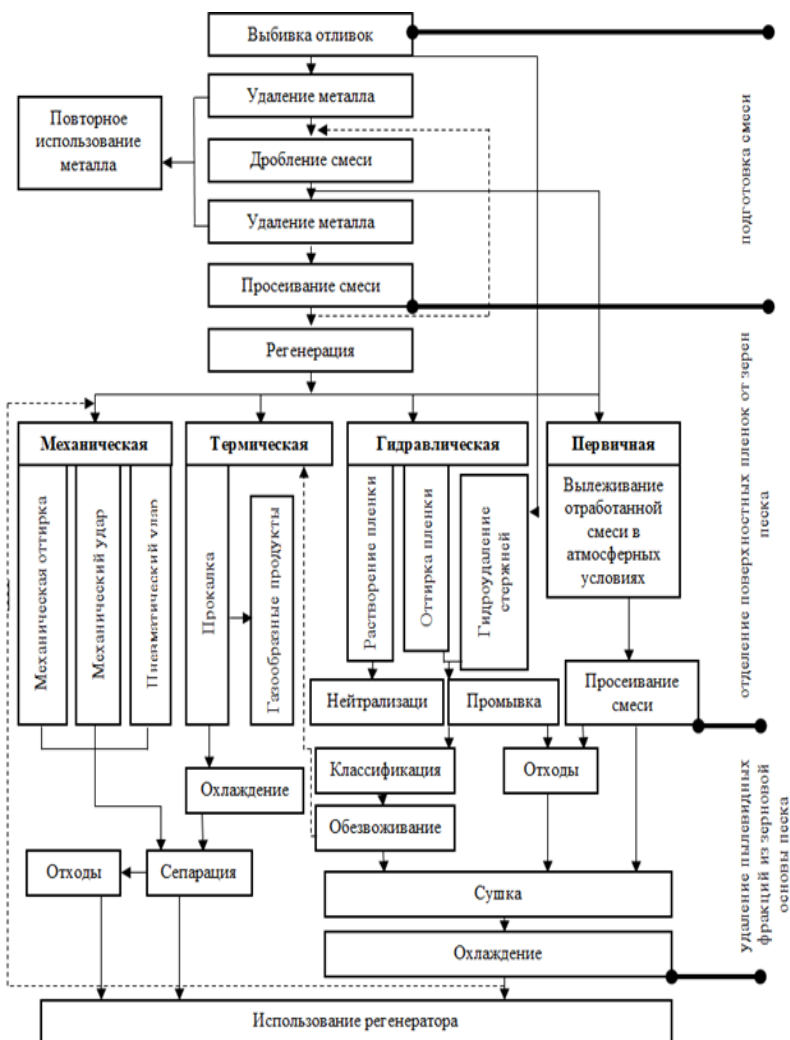


Рисунок 2 – Этапы регенерации

Выделяют первичную и вторичную переработку земли (песка) формовочной горелой.

Первичная переработка, известная также как измельчение, включает в себя выбивку отхода из литейных форм или стержней и размельчение его до первоначального состояния.

Вторичная переработка включает в себя дальнейшую обработку ранее измельченного отхода для удаления остаточного количества вяжущих составов. Возвращаемый песок имеет качество, подобное или даже лучшее, чем качество свежей формовочной смеси.

Внедрение на предприятии процесса регенерации земли (песка) формовочной горелой обеспечивает сокращение в несколько раз количества складироваемых твердых отходов (иногда их полную ликвидацию).

3. Использование отхода без дополнительной обработки в условиях окружающей среды.

Земля (песок) формовочная горелая является инертным отходом, что обуславливает ее использование без дополнительной обработки в условиях окружающей среды для рекультивации выработанных карьеров, подсыпки дорожных покрытий, оснований дорожных одежд, в технологических процессах полигонов ТБО для пересыпки слоев, в качестве изолирующего материала в средней и верхней части полигона [3].

В дорожном строительстве согласно п. 6.6 СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» земля (песок) формовочная горелая классифицируется как особый грунт и относится к техногенным грунтам (отходам промышленности). Используется с учетом экологического и технологического обоснования ее применения в верхней части дорожного полотна (рабочем слое), для насыпей.

Внедрение методов использования земли (песка) формовочной горелой как отхода литейного производства, как природоохранные мероприятия, позволит снизить плату за размещение отходов, а при использовании метода регенерации также расходы на закупку исходных материалов и тем самым улучшив состояние окружающей среды [4].

Таким образом, анализ возможных направлений использования земли (песка) формовочной горелой показал наличие широкого спектра технологий по ее переработке, утилизации, регенерации и последующего использования.

#### Библиографический список

1. Об утверждении инструкции о порядке сбора, накопления и распространения информации о наилучших доступных технических методах: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 08 июня 2009, № 38 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2010.
2. Жуковский, С.С. Формовочные материалы и технология литейного производства: справочник / С.С. Жуковский. – М.: Машиностроение, 1993. – 183 с.
3. Перспективная программа по промышленной экологии. Екатеринбург, 1993. – 49 с.
4. Лотош, В.Е. Переработка отходов природопользования / В. Е Лотош. – Екатеринбург: УрГУПС, 2002. – 463 с.

УДК 504.06

Малиновская Е.А. Науч. рук. Басалай И.А.

## **Извлечение хлорида калия из шлама при галургическом производстве калийных удобрений на предприятии ОАО «Беларуськалий»**

Белорусский национальный технический университет

В состав ОАО «Беларуськалий» входят 4 рудоуправления и 2 рудника – предприятия, осуществляющие добычу и переработку калийных руд с производством разнообразных видов минеральных удобрений. Метод производства калийных удобрений – флотационный, и только на Четвертом Рудоуправлении (4 РУ) – галургический. 4 РУ введено в эксплуатацию в 1977 году. Сегодня это современное высокотехническое предприятие, выпускающее продукцию высокого качества и широкого ассортимента.

Как известно, галургический способ переработки калийных руд основан на различной совместной растворимости основных составных частей сильвинитовой руды: калия хлористого и натрия хлористого в зависимости от температуры [1, 2].

Проблема хранения отходов промышленного производства калийных удобрений, в частности глинисто-солевых шламов, в стабильной и безопасной для окружающей среды форме является одной из основных при производстве калийных удобрений. Не менее важна и проблема пространства, занимаемого складировемыми отходами.

В настоящее время одним из промышленно применяемых способов утилизации отходов производства калийных удобрений является раздельное складирование

указанных отходов: галитовые отходы (в основном - хлорид натрия) направляют в солеотвал, шламовые отходы (суспензия глины в насыщенном растворе хлоридов натрия и калия) - в шламохранилища. В суспензии глинисто-солевых шламов жидкая фаза трудно отделяется от твердой, так как глинистые шламы тонкодисперсны и удерживают влагу капиллярными силами. Шламовая пульпа, складываемая в шламохранилищах, насыщена рассолом, который со временем отстаивается и возвращается в производственный процесс. Складирование шлама возможно только в шламохранилищах из-за наличия трудноотделяемой жидкой фазы. Строительство и эксплуатация шламохранилищ требуют весьма больших затрат. Кроме того, шламохранилища оказывают отрицательное влияние на экологическую обстановку: происходит засаливание и заболачивание почв, неэффективно используются сельскохозяйственные земли.

Глинисто-солевые шламовые отходы, образующиеся в процессе обесшламливания сильвинитовой руды, состоят из 30-45% водорастворимых солей (NaCl и KCl) и нерастворимого глинистого осадка (60-65%), представленного в основном алюмосиликатами. В среднем по Четвертому рудоуправлению содержание KCl в шламах достигает 22-24%, а ежегодные потери KCl с ними составляют около 11% или свыше 1 млн.т.

В настоящее время переработка глинисто-солевых суспензий при галургическом обогащении калийсодержащих руд осуществляется несколькими способами.

Способ обезвоживания суспензии глинисто-солевых шламов, включающий последовательную обработку водной суспензии двумя катионными флокулянтами, имеющими различную молекулярную массу и катионную

активность, с последующим отделением твердой фазы от жидкой [3];

Способ обезвоживания осадка, согласно которому в водную суспензию вводят смесь катионного и неионогенного флокулянтов. Недостатком данного способа является большой расход флокулянта и недостаточно высокая эффективность используемой смеси флокулянтов [4].

Принцип действия наиболее распространенного способа заключается в обезвоживании суспензии путем центробежного разделения. Полученный осадок совместно с оставшейся частью исходной суспензии подвергается двухступенчатой противоточной промывке с использованием репульпаторов и отстойников. Данный метод характеризуется низкой интенсивностью процессов промывки и сгущения, энерго- и металлоемкостью, кроме того, он связан с дополнительным расходом флокулянта (полиакриламида - ПАА).

Применяемые на галургической фабрике ОАО «Беларуськалий» методы извлечения хлорида калия из глинисто-солевого шлама не позволяют достичь желаемой степени извлечения хлорида калия. В данной работе рассматривается метод дополнительного выщелачивания, основанный на обезвоживании суспензии глинисто-солевых шламов, жидкая фаза которой насыщена по хлористому натрию и хлористому калию.

Указанный метод позволяет переработать суспензию глинисто-солевого шлама, повысить извлечение из него ценного компонента, и, следовательно, возможность снизить потери хлористого калия с глинисто-солевыми шламами.

Извлечения хлорида калия из сгущенного глинистого шлама осуществляется его разбавлением слабым раствором солей в процессе промывки методом

репульсации – сгущения. Промытый шлам удаляется на шламохранилище, а промывной раствор возвращается в основной цикл обогащения.

Выщелачивающий аппарат (рис. 1) представляет собой металлический резервуар номинальным объемом 188 м<sup>3</sup>, оснащенный перемешивающим устройством и приводом с частотным преобразователем. Корпус аппарата и гребковое устройство изготовлены из материала, устойчивого к абразивному и коррозионному износу.

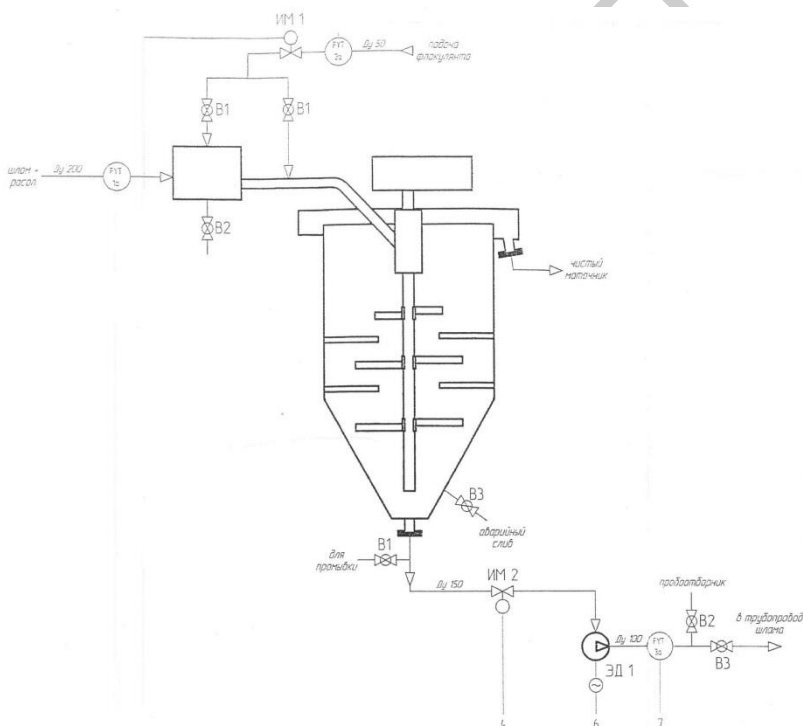


Рис. 1 – Установка выщелачивания хлорида калия из глинисто-солевого шлама

Согласно технологической схеме в выщелачивающий аппарат подается часть шламового продукта из существующего шламопровода. Также в питающий шламопровод подается флокулянт. При перемешивании в аппарате происходит насыщение жидкой фазы по КС1.

Предварительные промышленные испытания показали, что в результате использования данной схемы, возможно получить рассол с содержанием КС1 на уровне 9-10 %.

Достигнутые технологические показатели, по результатам предварительных испытаний, позволяют сделать вывод о возможности повышения извлечения КС1 из руды на 3-4%. Рассмотренный способ может быть применен в производстве калийных удобрений при разделении указанной суспензии на жидкую и твердую фазы с дальнейшим использованием жидкой фазы в технологическом процессе.

#### Библиографический список

1. Смычник, А.Д. Геоэкология калийного производства / А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет // Минск, 2005. – 152 с.
2. Промышленный технологический регламент 4РУ, 2011г.
3. Патент РФ №2253632. Способ обезвоживания суспензий. Авторы: Панфилов П.Ф., Лобанов Ф.И. Оpubл. 10.06.2005.
4. Патент РФ № 2498946 Способ обезвоживания осадка сточных вод. Авторы Япрынцева О. А., Минниханова Э. А. Фаткуллин Р. Н. Абдуллин А. З Оpubл. 20.11.2013



УДК 504.064

Макаревич Н.Ю. Науч. рук. Морзак Г.И.

## **Комплексная оценка и анализ экологического риска**

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития техногенного общества мониторинг окружающей среды понимается как целостная комплексная система оценки состояния, анализа данных исследований (наблюдений) и прогнозирования изменений окружающей среды под воздействием антропогенных и природных факторов.

Под экологическим мониторингом понимается информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

Благодаря системно приводящимся мониторингам различного уровня (от регионального до глобального) можно выявить факторы экологического риска.

Экологический риск – вероятность возникновения неблагоприятных (отрицательных) изменений или изменений в будущем, возникающих в следствии антропогенного воздействия на окружающую среду.

При проявлении экологических опасностей возникает ущерб. Следовательно, оценка риска связана с оценкой ущерба. Стоит рассматривать две основные характеристики экологического риска:

- вероятность проявления;
- ущерб, нанесенный при проявлении.

Система оценки экологического риска предназначена для установления объективной картины состояния

окружающей среды, потенциальных экологических опасностей и мерам управления рисками.

Особое внимание отводится комплексной оценке экологического риска и анализу экологического риска. Анализ риска широко применяется на производственных комплексах для оценки различного вида опасностей с просчётом потерь и аварий в случае чрезвычайных ситуаций.

Комплексная оценка экологического риска состоит из нескольких этапов:

- идентификация опасности – выявление источников опасности;
- оценка экспозиции - какими способами, в каких средах, на каком количественном уровне, продолжительность воздействия имеет реальная экспозиция;
- оценка зависимости «доза-эффект» - количественная закономерность отрицательного влияния вещества;
- характеристика риска – установление класса опасности, приемлемость риска, последствия риска и т.д.

Эффективности оценки экологического риска зависит от многих факторов: выбор методики расчета, выбор вспомогательных средств и материалов, квалификации и компетентности экспертов, финансирование процедуры, выбор объекта для проведения процедуры и т.д.

Система анализа экологического риска включает следующие шаги:

- планирование и организацию работ;
- идентификацию опасностей;
- оценку риска;
- рекомендуемые мероприятия по управлению экологического риска.

На первом этапе, планирования и организации работы оформляются все документы и назначаются ответственные за проведения всех процедур. Осуществляется ознакомление с проверяемой и анализируемой системой, определение базы знаний для дальнейшего процесса работы.

При идентификации опасностей самое главное выделить все существующие опасности с подробным их описанием, рассматривая каждый источник как отдельный элемент, а также как элемент суммарного воздействия. Невыделенные опасности далее не учитываются в процессе формирования анализа.

В оценку риска входят все полученные данные риска, выявленные на предыдущем этапе: частота возникновения, масштаб воздействия, определение количественных показателей, приемлемый ли риск в данной системе, что является самым важным разделом во всем анализе экологического риска.

Приемлемый экологический риск – это риск, уровень которого оправдан с точки зрения как экологических, так и экономических, социальных и других проблем в конкретном обществе и в конкретное время.

Управление риском является дальнейшим этапом процедуры анализа риска. В данном разделе излагаются рекомендации и возможные мероприятия по предотвращению, смягчению или устранению экологического риска. Управление риском состоит из нескольких частей: ранжирование рисков; приемлемость риска; выбор стратегии управления риском; принятие соответствующих решений.

Правильно оценить и выбрать верное решение управления экологическим риском ставит перед собой все человечество. Поскольку техногенная сфера наносит неоправданный урон всей экосфере, что представляет

собой глобальную опасность. Поэтому особого внимания заслуживает развитие методов исследования, анализ, оценка и прогнозирование экологического риска и экологической безопасности.

#### Библиографический список

1. Горшков М.В. Экологический мониторинг. Владивосток: ТГЭУ, 2010. – 313 с.
2. Шмаль, А.Г. Факторы экологической опасности и экологические риски. Издательство: МП «ИКЦ БНТУ», 2010 г., Бронницы, с -191
3. Дорожко, С.В. Основы экономики природопользования. Практикум: пособие для студентов инженерно-технических специальностей. / С.В. Дорожко, С.А. Хорева. – Минск: БНТУ, 2009. – 214с.

УДК 631.4:502.3

Мартинович В. О. Науч. рук. Басалай И. А.

### **Анализ мероприятий по снижению антропогенной нагрузки на почвы в районах разработки месторождений калийных солей**

Белорусский национальный технический университет

Производственная деятельность ОАО «Беларуськалий» оказывает существенное влияние на все компоненты природной среды. Серьезной проблемой является существенное изменение структуры природных ландшафтов. Это проявляется, прежде всего, в оседании земной поверхности над отработанными месторождениями

и отчуждении площадей плодородных земель в местах складирования отходов калийного производства.

Засоление почв в районах деятельности калийного производства является серьезной причиной снижения плодородия почвенных систем, обеднения их видового состава, а также затрудняет естественные процессы самовосстановления и самоочищения почв. Засоление почвы создает крайне неблагоприятные условия для произрастания растений и наносит большой урон сельскохозяйственному производству.

Основным и наиболее надежным способом удаления солей при мелиорации засоленных почв следует признать сквозную промывку почв на фоне горизонтального, вертикального или комбинированного дренажа. Этот прием позволяет создать на орошаемом массиве необходимые условия для устойчивого промывного режима и отвода соленых растворов за пределы орошаемого поля.

Сквозной промывкой называется промывка водорастворимых солей из всей толщи горизонтов почвенного профиля, вынос солей в грунтовой поток и их удаление в условиях естественного или искусственного дренажа за пределы орошаемого массива. При сквозной промывке возможно опреснение не только почвенной толщи, почвообразующих и подстилающих пород, но и поверхностных слоев грунтовых вод.

Система горизонтального дренажа представляет собой совокупность горизонтальных дрен и коллекторов с гидротехническими сооружениями. Дрены принимают и отводят грунтовые воды непосредственно с мелиорируемой территории, а коллекторы транспортируют их в водоприемник. Коллекторную сеть дренажной системы располагают по наиболее пониженным элементам

рельефа с учетом границ хозяйств, севооборотов и других факторов.

Система вертикального дренажа обеспечивает понижение уровня грунтовых вод путем их механической откачки из скважин. Она представляет собой сложное сооружение, состоящее из водозабора с гидротехническим оборудованием и наземного комплекса. В состав последнего входят энергетическое хозяйство, средства автоматики, телемеханики и связи, водоприемные сооружения и водоотводящая сеть, эксплуатационные дороги. Вертикальный дренаж позволяет регулировать уровень грунтовых вод на объекте, он занимает небольшую площадь, не препятствует механизации сельскохозяйственных работ, позволяет использовать неминерализованные грунтовые воды для орошения. В среднем одна скважина вертикального дренажа может обслуживать площадь 50-100 га.

Кроме этого приема в мелиоративной практике одновременно со сквозными промывками или независимо от них применяют и другие способы удаления солей:

– Механическое удаление солей – заключается в сгребании солевой корки солончаков или сильнозасоленных почв тракторными скребками и последующей транспортировке собранных таким образом солей за пределы территории возможного их распространения. Способ применим, главным образом, на сильнозасоленных почвах. Механическое удаление солей целесообразно проводить перед промывками, так как это способствует сокращению расхода промывных вод и ускоряет процесс рассоления.

– Запашка солей – применяется на слабозасоленных почвах в тех случаях, когда нижние горизонты свободны от солей, а их незначительные повышенные концентрации небольшой мощности сосредоточены в поверхностных

горизонтах профиля. Перепашка при относительно мощном гумусном горизонте создает условия для равномерного разбавления солей в мелкоземе пахотного горизонта до уровня концентраций, не препятствующих нормальному росту и развитию сельскохозяйственных растений.

– Поверхностная промывка – используется для удаления солей из корнеобитаемых горизонтов тяжелых почв с низкой водопроницаемостью, высокой влагоемкостью и высоким содержанием солей. При поверхностной промывке удаление солей из верхних горизонтов происходит путем декантации, т.е. систематического растворения солей в промывных водах и их сброса. Повторная декантация новыми порциями воды осуществляется за один прием 2—3 раза. Этот способ используют на тяжелых почвах с высоким содержанием солей в верхних горизонтах и относительно низким содержанием солей в глубоких слоях почвенного профиля. Способ предполагает применение значительных масс воды (до 20-30 тыс. м<sup>3</sup>/га); он позволяет совмещать поверхностную промывку и вымывание солей с рассеянием или разведением рыбы на орошаемых массивах.

– Вымывание солей – применяется на слабозасоленных почвах с глубоким залеганием грунтовых вод. Временное опреснение почв может быть достигнуто путем оттеснения, вымывания солей в нижние горизонты профиля. Однако, при этом, соли не поступают в грунтовый поток. Этот способ можно использовать при условии, что взрослые растения переносят свойственное данной почве засоление, а для молодых создается благоприятная обстановка после полива, направленного на вымывание солей в нижние горизонты профиля в начальные фазы вегетации.

– Биологическая мелиорация, в результате которой могут быть ослаблены отрицательные свойства сильнозасоленных почв и солончаков. Биологическая мелиорация направлена на закрепление поверхностного слоя почвы корневой системой растений, создание сомкнутого травостоя и предотвращение развития водной и ветровой эрозии на нарушенных землях, а также возобновление процесса почвообразования, повышение самоочищающей способности почвы и воспроизводство биоценозов. Биологический этап заканчивается формированием культурного ландшафта на нарушенных землях. Этот вид мелиорации осуществляется путем возделывания на засоленных почвах растений-галофитов. Галофиты способны поглощать до 20—50% солей от собственной сухой массы. Скашивание и удаление солянок позволяет освободить поверхностные горизонты от части солей. Способ биологической мелиорации оказывается более эффективным при использовании его на слабозасоленных почвах. Здесь возможно возделывание таких ценных луговых трав, как пырей, донник, лядвенец, полевица, солончаковатый ячмень и др.

#### Библиографический список

1. Голованов, А. И. Рекультивация нарушенных земель: учеб. пособие / А. И. Голованов, Ф. М. Зимин, В. И. Сметанин ; под ред. А. И. Голованова. - М.: Колосс, 2009. - 325 с.
2. Сметанин, В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель: учебное пособие / В.И. Сметанин. — М.: Колос, 2000. — 96 с.



Наркевич А.Л. Науч. рук. Благовещенская Т.С.

## **Совершенствование системы обращения с отходами гальванического производства**

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в стране продолжается процесс интенсивного накопления отходов производства и потребления. Темпы роста использования многотоннажных отходов значительно ниже темпов их образования. Из ежегодно образующихся в Республике Беларусь более чем 20 млн. тонн не утилизируемых высокотоксичных промышленных отходов 0,75 млн. тонн составляют гальваношламы. Несмотря на значительное снижение объемов гальванического производства в последние годы, которое по некоторым оценкам достигло 40 – 50 %, проблема утилизации гальванических шламов гальванического производства остается для Беларуси одной из наиболее важных. Практика их захоронения на полигонах неприемлема, поскольку должная изоляция отходов от окружающей среды – ресурсоемкое и технологически сложное мероприятие. Поэтому отходы гальванического производства накапливаются на территориях предприятий и лишь частично используются при производстве некоторых видов керамики и строительных материалов. В связи с этим требуется опытные данные по переработке и утилизации гальваношламов безопасно для окружающей среды.

Гальванические шламы представляют собой пастообразную массу, характеризующуюся сложностью и нестабильностью состава, плотностью 1,16 – 1,24 г/см<sup>3</sup> и влажностью от 60 до 85 %, рН = 3,2 – 7,9. В состав

гальванических шламов наряду с малотоксичными соединениями железа и кальция входят соединения тяжелых металлов (хрома, меди, свинца, кадмия, никеля, марганца). Гальваношламы являются экологически опасными продуктами из-за возможного загрязнения почв и природных вод ионами тяжелых металлов, поэтому их складирование или захоронение требует соблюдения определенных условий.

В Беларуси имеется 13 предприятий, перерабатывающих гальванические отходы, но только три из них принимают гальваношламы. В настоящее время утилизация осадков от очистки стоков гальванических производств развивается по четырем основным направлениям:

1. Извлечение металлов пирометаллургическим или гидрометаллургическим способами. Данное направление не находит пока широкого применения по причинам высокой энергоемкости, образования большого количества отходов, технической сложности осуществления процессов и непригодностью для сложных смесей, однако оно позволяет индивидуально выделить почти все известные металлы;

2. Применение для изготовления керамики, красок, пигментов, огнеупоров. Данное направление находит применение для моношламов с высоким содержанием отдельных металлов, появляется возможность уменьшить или полностью искл. расход дорогостоящих, дефицитных соединений тяжелых металлов, не производящихся в Беларуси, снижается себестоимость изготовления минеральных пигментов;

3. Использование методов химической стабилизации тяжелых металлов для уменьшения экологической опасности. Однако при этом большая часть тяжелых цветных металлов из шламов не извлекается;

4. Утилизация гальваношламов в строительной индустрии. Проблема использования отходов в строительстве заключается в том, что материалы и изделия, получаемые на основе отходов, должны быть экологически безопасными, индифферентными по отношению к биологическим объектам и устойчивыми к воздействию агрессивных факторов окружающей среды.

Важнейшими задачами по совершенствованию системы обращения с отходами гальванического производства являются:

- уменьшение объемов образования отходов,
- максимальное вовлечение в гражданский оборот в качестве вторичного сырья,
- предотвращение вредного воздействия отходов на окружающую среду и здоровье граждан.

Уменьшение объемов образования отходов планируется обеспечить за счет смены технологий, отходов станет меньше, они будут меньшего класса опасности и проще в переработке.

Обеспечение максимального вовлечения отходов в гражданский оборот в качестве вторичного сырья обеспечивается за счет:

- внедрения технологий по переработке гальваношламов;
- снижения объемов накопления гальваношламов;
- обеспечения полной переработки образующихся и накопленных гальваношламов;
- достижения уровня использования гальваношламов не менее 85 % от объема их образования.

Предотвращение вредного воздействия отходов на окружающую среду должно быть обеспечено за счет:

- экономического стимулирования развития индустрии по переработке и обезвреживанию

образующихся и накопленных гальванических отходов (реализация проектов по сбору и переработке отходов гальванического производства);

- организации экологически безопасного хранения гальванических отходов на промышленных объектах (обустройство площадок для хранения гальваношламов).

#### Библиографический список

1. Переработка техногенных отходов и их использование в строительной индустрии / А. В. Бусел // Новости науки и технологий – 2013. – №3. – С. 22 – 28.
2. Марцуль, В.Н. Некоторые направления использования отходов гальванического производства / В. Н. Марцуль [и др.]// Труды БГТУ. – 2012. – №3. – с. 70 – 75.
3. Виноградов, С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / С.С. Виноградов. – Минск: Глобус, 1998. – 302 с.
4. Богдан, Е.О. Получение объемно окрашенной архитектурно-строительной керамики на основе полиминерального глинистого и техногенного сырья: дис. ... канд. техн. наук / Е.О. Богдан. – Минск, 2011. – 200 с.
5. Кучерова, Э.А. Некоторые направления использования отходов гальванического производства для получения керамических материалов и изделий / Э.А. Кучерова, Л.Н. Тацки, А.Ю. Паничев // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды: сб. науч. ст. – Л., 1987. – Вып. 10. – С. 24–36.
6. Кузнецов, Ю.С. Твердые отходы в технологии грубой строительной керамики / Ю.С. Кузнецов, Б.Р. Простушкин, С.Ю. Тимофеев // Обезвреживание и утилизация твердых отходов: тез. докл. – Пенза, 1991. – С. 85–88.

УДК 628.39

Путырская Е.А. Науч. рук. Бельская Г.В.

## **Анализ методов утилизации активного ила при очистке сточных вод**

Белорусский национальный технический университет

Одной из проблем крупных городов является образование отходов очистных сооружений. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых нужд возвращается в реки в виде сточных вод, пройдя предварительную очистку. В городе Минске очисткой сточных вод занимается унитарное предприятие «Минскводоканал».

В процессе очистки сточных вод на очистных сооружениях производства «Минскочиствод» образуется большое количество отходов после биологической очистки, которые негативно влияют на состояние окружающей среды.

Биологический метод применяется для очистки производственных и бытовых сточных вод от органических и неорганических загрязнителей. Основным процессом, протекающим при биологической очистке сточных вод, является биологическое окисление. Данный процесс осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом), состоящим из множества различных бактерий, простейших микроорганизмов, водорослей, грибов и др., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антагонизма) [1].

Избыточный активный ил (ИАИ) представляет собой органоминеральный комплекс, органическая часть

которого представлена клетками микроорганизмов с адсорбированными на их поверхности и частично окисленными загрязняющими веществами, азотсодержащими и фосфорсодержащими соединениями.

Содержание органического углерода в ИАИ (более 60%) свидетельствует о его высоком энергетическом потенциале, что необходимо учитывать при разработке методов их переработки и утилизации [2].

Анализ существующих методов утилизации ИАИ показывает необходимость разработки принципов и критериев выбора оптимального варианта и стратегии переработки ИАИ для целенаправленного использования образующихся продуктов. Выбор различных методов переработки ИАИ базируется на следующих критериях: экологическом, технико-экономическом и ресурсном потенциале отходов.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике используется целый ряд методов переработки ИАИ: складирование на иловых картах (прудах), анаэробная деструкция и обеззараживание ИАИ с получением биогаза и органоминерального удобрения, сжигание ИАИ в печах различной конструкции, пиролиз, автолиз.

В Республике Беларусь основным способом утилизации обезвоженного ИАИ остается его складирование на иловых картах и илонакопителях, где в течение длительного времени протекает биodeградация отходов. Такой метод не отвечает современным экологическим и техническим требованиям, приводит к длительному и чаще безвозвратному отчуждению значительных земельных ресурсов, сопровождается экологическими рисками загрязнения подземных вод в зоне влияния мест складирования отходов, не позволяет использовать энергетический потенциал отходов.

Осадки и илы сточных вод представляют собой бактериологическую и эпидемиологическую опасность. В них встречаются все основные формы бактериальных организмов, в т.ч. возбудители желудочно-кишечных и других заболеваний, большое число яиц гельминтов. Поэтому традиционные методы обработки осадков, такие как, использование в качестве сельскохозяйственных удобрений, сброс в природные водоемы, компостирование, захоронение не всегда эффективны и становятся экологически небезопасными.

Биохимический метод анаэробного сбраживания позволяет использовать энергетический потенциал отходов. Сопровождается образованием биогаза, представляющего собой смесь метана и углекислого газа. Теплотворная способность биогаза в среднем составляет  $21 \text{ МДж/м}^3$ , что несколько ниже, чем у природного газа. Этот метод является наиболее экологичным. Однако, сложность применяемого оборудования (специальные реакторы) и управления процессом, необходимость очистки биогаза от токсичных примесей, сдерживают применение метода в промышленной практике.

Большое распространение получили термические методы переработки ИАИ. Сжигание – процесс окисления органической части осадков при температуре  $800-1000^\circ\text{C}$  с получением газообразных продуктов и минерального остатка (золы). Используемый метод позволяет в 80-100 раз уменьшить объем отходов. Компактность оборудования и технологической схемы также можно отнести к достоинствам метода. Однако метод представляет экологическую опасность, так как сжигание ИАИ сопровождается выделением большого количества токсичных пылегазовых выбросов [3].

Пиролиз – процесс переработки углеродсодержащих веществ путем высокотемпературного нагрева без доступа

кислорода. В отличие от простого сжигания, наблюдается меньшая загрязненность атмосферы, вовлекаются в переработку и многие газообразные продукты процесса. Недостатком пиролиза является то, что происходит потеря органического вещества, а также выпадение из сферы биологического круговорота некоторых биофильных макро- и микроэлементов [4].

Технология инаktivации (автолиза) микробной биомассы очистных сооружений, позволяет получить при её применении качественные пластификаторы для дорожных бетонов и асфальтов. Использование данной технологии позволяет снизить материалоемкость дорожного строительства. Однако следует отметить, что введение органических, в том числе белковых пластификаторов в состав строительных материалов помимо существенного улучшения их качества, придаёт им и отрицательное свойство – понижение устойчивости к биокоррозии, вызываемой микроорганизмами.

Анализируя существующие методы утилизации активного ила, можно сделать вывод, что наиболее перспективными, с точки зрения экологических требований, являются пиролиз, а также анаэробная деструкция и обеззараживание ИАИ с получением биогаза.

#### Библиографический список

1. Максимовский Н.С. Очистка сточных вод. Москва, 1992.– 69 с.
2. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Москва, 2004 – 702 с.
3. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. Москва, 1988. – 256 с.
4. Калюжный С.В. Очистка сточных вод. Москва, 2006. – 479 с.



УДК 658.3

Радкович О.А. Науч. рук. Басалай И.А.

## **Характеристика наполнителей в газоочистных установках**

Белорусский национальный технический университет

Охрана природных ресурсов и воздушного пространства от вредных выбросов промышленных предприятий связана с комплексом экологических проблем, для решения этих проблем разрабатываются и применяются газоочистные и пылеулавливающие установки и целые системы, востребованность которых растет сегодня с каждым годом и является составной частью хорошо отлаженного производства.

Процесс, представляющий собой улавливание вредных веществ в промышленных газовых выбросах, подразделяется на промышленную очистку газов для утилизации их выбросов (а также возврат в производство отделенного от газа безвредного продукта), а также на санитарную очистку газовых выбросов от остаточного содержания в них вредных веществ, обеспечивая тем самым высокое качество воздуха. Выбор конструкции оборудования для газоочистки и технологии применяемой очистки осуществляется в зависимости от характера производственного процесса, состава отработанных газов, необходимой степени очистки.

Один из методов очистки представляют собой адсорбцию, химическую реакцию с твёрдыми поглотителями или превращение примесей каталитическим методом в безвредные, легко удаляемые соединения. Слой сорбента, поглотителя или катализатора регенерируется или периодически заменяется. При

использовании данного метода происходит конденсация примесей или очищение на основе диффузионных процессов.

Технико-экономические показатели процесса адсорбционной обработки отходящих газов во многом зависят от свойств адсорбентов, требования к которым формировались стремлением снизить энергетические и материальные затраты на очистку.

Адсорбент - твердое тело, на поверхности, в порах которого происходит адсорбция. Адсорбенты отличаются высокой пористостью, имеют большую удельную поверхность. Так, у наиболее распространенных адсорбентов она может достигать 1000 м<sup>2</sup>/г.

Промышленные адсорбенты изготавливают из твердых пористых материалов и используют в дробленном, гранулированном или порошкообразном виде.

Основные характеристики наполнителей:

- сорбционная емкость;
- селективность;
- удерживающая способность;
- механическая прочность.

Адсорбент должен иметь высокую сорбционную емкость, т. е. возможность поглощать большое количество адсорбтива при его малой концентрации в газовой среде, что зависит от удельной площади поверхности и физико-химических свойств поверхностных частиц. Адсорбционная емкость адсорбента зависит от его природы. Хорошие адсорбенты выдерживают несколько сотен и тысяч циклов «адсорбция-десорбция» без существенной потери активности.

Адсорбент должен иметь высокую селективность (избирательность) в отношении адсорбируемого компонента. Он должен обладать достаточной

механической прочностью. Чтобы аэродинамическое сопротивление слоя было невысоким, плотность адсорбента должна быть небольшой, а форма частиц обтекаемой и создавать высокую порочность насыпки. Адсорбент для процесса физической сорбции должен быть химически инертным по отношению к компонентам очищаемой газовой среды. Для снижения затрат на десорбцию уловленных компонентов удерживающая способность адсорбента не должна быть слишком высокой, т. е. он должен иметь способность к регенерации. Адсорбенты должны иметь невысокую стоимость и изготавливаться из доступных материалов.

Поры в твердых телах классифицируются на: макропоры с радиусом более 1000-2000 °А; переходные (мезопоры) с радиусом от 15 до 1000 °А; микропоры с радиусом до 15 °А.

В макропорах и мезопорах наблюдается послойный механизм адсорбции, в микропорах, размер которых соизмерим с размерами адсорбируемых молекул, адсорбция носит характер объемного заполнения. Поэтому для микропористых адсорбентов объем пор, а не поверхность адсорбента, имеет решающее значение в адсорбции.

Адсорбент с крупными порами лучше адсорбирует вещества с большими размерами молекул и при больших давлениях. Среднепористый адсорбент эффективнее адсорбирует при средних давлениях, а мелкопористый - при низких давлениях.

Удельный объем микропор в адсорбентах достигает 0,2-0,6 см /г, а удельная поверхность - до 500 м /г и более. Поэтому микропоры играют основную роль при разделении газовых смесей, особенно при очистке газов от малых концентраций примесей.

При прочих равных условиях количество адсорбируемого вещества (адсорбата) будет возрастать по мере увеличения адсорбирующей поверхности. Сильно развитую поверхность имеют вещества с очень высокой пористостью, губчатой структурой или в состоянии тончайшего измельчения. Из практически используемых адсорбирующих веществ (адсорбентов) ведущее место принадлежит различным видам изготавливаемых активированных углей (древесный, костяной и др.), поверхность которых может превышать 1000 м<sup>2</sup>/г. Хорошими адсорбентами являются также гель кремниевой кислоты (силикагель), глинозем, каолин, некоторые алюмосиликаты (алюмогели), цеолиты и другие вещества. Эти вещества отличаются друг от друга природой материала и, как следствие, своими адсорбционными свойствами, размерами гранул, плотностью и др.

Различают истинную, кажущуюся и насыпную плотность адсорбента. Истинная плотность - масса единицы объема плотного адсорбента (т. е. без учета пор). Кажущаяся плотность — масса единицы объема пористого материала адсорбента. Под насыпной плотностью понимают массу единицы объема слоя адсорбента, включая объем пор в гранулах адсорбента и промежутков между гранулами адсорбента.

Библиографический список

1. Астахов В.А., Дубинин М.М. Изучение свойств адсорбентов. Киев, «Наукова думка», 2009.
2. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты атмосферы от газовых выбросов: Учебное пособие по проектированию. - Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2003. - 163 с.
3. Электронный ресурс. <http://www.chemicals-el.ru/chemical-3531.html>

УДК 502.669

Румянцева Е. Ю. Науч. рук. Бельская Г. В.

## **Более чистое производство отливок из серого чугуна в литейном производстве на ОАО «МАЗ»**

Белорусский национальный технический университет

Технологические процессы изготовления отливок характеризуются большим числом операций, при выполнении которых выделяются пыль, аэрозоли и газы. Пыль, основной составляющей которой в литейных цехах является кремнезем, образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов в вагранках, выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов [1].

Отходы литейного производства, выбросы в атмосферу пагубно влияют на экологическое равновесие. При производстве одной тонны отливок из чугуна выделяется около 50 кг пыли, CO – 250 кг, SO<sub>2</sub> – 1,5-2 кг и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов) [2].

В результате проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух было подсчитано 3726,261 т/г за 2015 год, из них CO<sub>2</sub> составляет 960 т/г, SO<sub>2</sub> – 15 т/г.

На заводе плавка ведется в вагранках открытого типа без рекуперации вдуваемого воздуха. На плавильном участке имеются две вагранки производительностью 18 т/ч.

**Преимущества плавки чугуна в индукционных печах.** В настоящее время широко распространены для плавки чугуна электрические индукционные тигельные печи, которые имеют ряд преимуществ перед вагранками: исключение из процесса плавки дефицитного кокса; обеспечение стабильного химического состава благодаря хорошему перемешиванию расплава, а также большие возможности для установления оптимальных температур печи и для контроля за процессом плавки; более низкая себестоимость получаемого чугуна, так как взамен чушковых доменных чугунов в шихте используют стальной лом, чугунную и стальную стружку россыпью (при условии, что они не содержат вредных примесей); возможность без затруднений переходить от производства одной марки чугуна к другой; улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

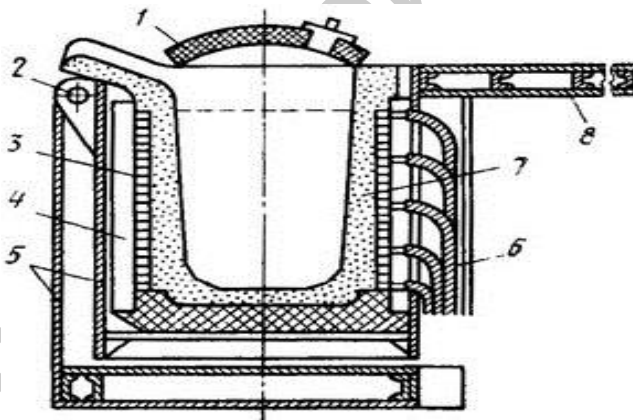


Рисунок – Схема устройства электрической индукционной печи типа ИЧТ:

- 1 – крышка, 2 – узел поворота, 3 – индуктор,
- 4 – магнитопроводы, 5 – металлоконструкция,
- 6 – подводы водяного охлаждения,
- 7 – тигель, 8 – площадка.

Печь представляет собой агрегат периодического действия, выдающий чугунный расплав через определенные промежутки времени. Поэтому для непрерывной заливки форм на поточной линии приходится иметь несколько одновременно работающих печей [3].

В настоящее время широко распространены для плавки чугуна электрические индукционные тигельные печи, которые имеют ряд преимуществ перед вагранками:

- исключение из процесса плавки дефицитного кокса;
- обеспечение стабильного химического состава благодаря хорошему перемешиванию расплава, а также большие возможности для установления оптимальных температур печи и для контроля за процессом плавки;
- более низкая себестоимость получаемого чугуна, так как взамен чушковых доменных чугунов в шихте используют стальной лом, чугунную и стальную стружку россыпью (при условии, что они не содержат вредных примесей);
- возможность без затруднений переходить от производства одной марки чугуна к другой;
- улучшение санитарно-гигиенических условий труда;
- снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [4].

Важным достоинством тигельных печей являются простота конструкции и малые габариты. Благодаря этому они могут быть полностью помещены в вакуумную камеру и в ней возможно по ходу плавки обрабатывать металл вакуумом. Как вакуумные сталеплавильные агрегаты индукционные тигельные печи получают все более широкое распространение в металлургии качественных сталей.

Были рассмотрены преимущества плавки чугуна в индукционных печах. В литейном производстве сегодня наиболее распространены коксовые вагранки, однако по экономическим соображениям, техническим возможностям и экологической безопасности они не отвечают современным требованиям. Альтернативой коксовым вагранкам является индукционная печь. Важным достоинством тигельных печей являются простота конструкции и малые габариты, а так же снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и значительно более высокий коэффициент КПД.

#### Библиографический список

1. Ю. А. Степанов, Г. Ф. Баладин, В. А. Рыбкин. Технология литейного производства. Специальные виды литья: учебник ВУЗов по специальностям «Машины и технологии литейного производства», «Литейное производство черных и цветных металлов». Москва, 1963. – 407 с.
2. А.Н. Болдин, С.С. Жуковский, А.Н. Поддубной, А.И. Яковлев, В.Л. Крохотин. Экология литейного производства. Брянск, 2001. – 315 с.
3. Строительный информационный портал, [Электронный ресурс]. Плавка чугуна в электрических индукционных печах. – Минск, 2016. – Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru>. – Дата доступа: 3.03.2016.
4. Л. И. Иванова, Л. С. Грובהа, Б. А. Сокунов, С. Ф. Сарапулов. Индукционные тигельные печи. Учебное пособие 2-е изд. Екатеринбург, 2002. – 87 с.



УДК 504.064.4:66.97

Санюкович А.В. Науч. рук. Сидорская Н.В.

## **Альтернативный метод очистки сточных вод бетонного производства**

Белорусский национальный технический университет

Ни одно современное строительство не обходится без применения самого распространённого на сегодняшний день строительного материала – бетона. Получают бетон в результате затвердевания бетонной смеси, которая состоит из вяжущего вещества, воды и заполнителей песка и щебня или гравия.

Производство бетонной или растворной смеси состоит из нескольких основных стадий: прием и складирование составляющих материалов, подготовка компонентов (сырья), точное дозирование, загрузка в бетономеситель, перемешивание, выгрузка бетона, транспортировка бетона.

В процессе производства бетонных растворов продуцируется большое количество бетонной промывочной воды. Всего на изготовление  $1 \text{ м}^3$  бетонного раствора расходуется  $0,5\text{--}1 \text{ м}^3$  воды. Кроме того в процессе промывки заполнителей бетона вода используется из расчета  $0,5\text{--}1 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  щебня или гравия и  $1,25\text{--}1,5 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  песка. На промывку оборудования расходуется  $0,1\text{--}0,15 \text{ м}^3$  воды на  $1 \text{ м}^3$  произведенного бетонного раствора [1].

Сточные воды производства бетонных растворов делятся на загрязненные, образующиеся при промывке оборудования и бетоно-проводов, и незагрязненные.

Незагрязненные стоки сбрасываются равномерно и, как правило, должны направляться в систему оборотного водоснабжения.

В загрязненных сточных водах концентрация механических примесей (песок, цемент и др.) колеблется в пределах 3–15 г/л. В связи с большой неравномерностью сбрасываемой воды и концентрацией в ней загрязнений требуется устройство очистки сточных вод.

На предприятиях, связанных с бетонным производством, применяются следующие методы очистки сточных вод:

- отстойники, встроенные в растворо-бетонные узлы;
- фильтрационные установки;
- рециклинговые установки [1].

Одним из способов очистки загрязненных сточных вод у мест их образования является применение отстойников, встроенных в технологические растворо-бетонные узлы. Общий загрязненный сток подвергают усреднению с гидравлическим или пневматическим взмучиванием воды, равномерной перекачке, отстаиванию в течение 3–4 ч, фильтрованию через сетчатые контейнеры с загрузкой из дробленой бетонной крошки крупностью 1–3 мм со скоростью до 5 м/ч. Осадок передают на иловые площадки-отстойники. Подсушенный осадок можно использовать вторично для приготовления бетонных растворов [1].

Недостатками отстойников являются сравнительно низкая эффективность, невысокая скорость удаления частиц, большие габаритные размеры аппаратов, значительный расход материалов (металла, бетона) для их изготовления [2].

В европейских странах эффективным способом очистки сточных вод бетонного производства являются компактные фильтрационные установки.

Они состоят из фильтр-пресса, загрузочного насоса, резервуара для суспензии и сепаратора грубой массы. Фильтр-пресс отделяет твёрдую фазу от воды.

Принципиальной характеристикой пресс фильтров является циклическое действие. В общем случае все фильтр-прессы можно разделить на две группы - камерные и рамные фильтр-прессы. Фильтрат поступает в камеры (или рамы) пресс фильтра, к которым устанавливаются фильтрующие перегородки. Под действием избыточного давления вода проходит через рамки и сливается в коллектор, а шлам остается. После этого остается убрать шлам и загрузить новую партию фильтрата [3].

Недостатками фильтров являются значительная металлоемкость и сложность системы промывки [2].

Современным методом переработки отходов и сточных вод бетонной промышленности является рециклинговая установка. В процессе работы такая система производит разделение отходов бетона на шламовую воду с содержанием частиц размером не более 0,25 мм и чистые заполнители, которые могут повторно использоваться для изготовления бетонной смеси. При этом шламовая вода в дальнейшем используется для промывки новой партии отходов, а также в качестве части воды затворения при приготовлении замесов [3].

Основным агрегатом рециклинговых систем является барабан, внутри которого происходит промывка и перемещение заполнителей. Промывка и перемещение заполнителей внутри барабана происходит по спирали определенной формы, приваренной к стенкам барабана.

Одна рециклинговая установка в среднем позволяют переработать до 10 м<sup>3</sup> размытой бетонной смеси в час, что соответствует обработке за 1 час 6-8 автобетоносмесителей и является достаточным для обеспечения обслуживания технического парка среднего бетонного завода (производительностью до 100-120 м<sup>3</sup> товарного бетона в час).

Достоинством данного метода очистки является возможность повторного использования не только воды, но и твердых материалов, что защищает окружающую среду, создавая замкнутый цикл при производстве. А также рециклинговые системы обладают высокой рентабельностью и позволяют предприятиям сократить расходы, связанные с потреблением воды, с транспортировкой и утилизацией отходов [4].

Таким образом, наиболее эффективным методом очистки сточных вод бетонного производства является рециклинговая установка, так как использование такой установки не только благоприятно сказывается на состоянии водных ресурсов, но и экономически выгодно предприятиям за счет экономии материалов и воды.

#### Библиографический список

1. Воронов, Ю. В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов [и др.] – 4-е изд. доп. и перераб. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 702 с.
2. Александров, В.И. Очистка сточных вод. / В. И. Александров. – Москва, 2005. – 90 с.
3. Павлов, Д. В. Современная ресурсосберегающая система очистки промышленных сточных вод / Д. В. Павлов, С. О. Вараксин, Ю. М. Аверина // Водоочистка. 2012.
4. Путин, К. Г. Ресурсосберегающие технологии и снижение экологической нагрузки при производстве бетонных изделий / К. Г. Путин, Б. С. Юшков // Технологии бетонов. 2012.

УДК 504.628.5:667.63

Сирош А.О. Науч. рук. Сидорская Н.В.

## **Анализ инженерно-технических решений для снижения концентрации ЛОС в выбросах лакокрасочных производств**

Белорусский национальный технический университет

Летучие органические соединения (ЛОС) – вещества, испаряющиеся при температурах окружающей среды.

Очистка промышленных вентиляционных выбросов от летучих органических соединений является одной из актуальных проблем, поскольку в атмосферу ежегодно выбрасываются десятки тысяч тонн органических веществ в газообразном состоянии.

Одним из значительных источников выделения летучих органических соединений в вентиляционных выбросах является применение растворителей в производственных процессах, связанных с нанесением лакокрасочных покрытий на производимую промышленную продукцию с целью защиты изделия от агрессивного воздействия окружающей среды.

К основным представителям летучих органических соединений, образующимся при использовании лакокрасочных материалов, относятся: толуол, ацетон, смесь орто-, пара- и метаксилолов, этилцеллозольв, этилацетат, этиловый спирт, бутилацетат, бутиловый спирт, бензол, уайт-спирит, сольвент. Поэтому малярные цехи и окрасочные участки относятся к вредным, в которых благоприятные и безопасные условия труда на рабочем месте достигаются, главным образом, при помощи приточно-вытяжной вентиляции.

Улавливание летучих органических соединений на этих участках, как правило, отсутствует, т.к. установленные гидрофилтры (гидрозатворы) локализуют только 3-5 % от общего их выделения, а для достижения предельно-допустимых концентраций на рабочем месте расходы воздуха на одно рабочее место составляют 10000-20000 м<sup>3</sup>/ч. Таким образом, вентиляционный воздух лакокрасочных производств, содержащий ЛОС, выбрасывается в атмосферный воздух практически без очистки.

В настоящее время существуют и постоянно совершенствуются различные методы защиты атмосферы от выбросов летучих органических веществ, такие как: абсорбция, адсорбция, термическое дожигание, химический метод, газоразрядный метод.

Рассмотрим некоторые из предложенных методов.

1. Термическое дожигание – метод очистки выбросов от газообразных примесей, который применяют обычно при высокой концентрации примесей (превышающей пределы воспламенения) и значительном содержании в газах кислорода. К достоинствам метода относятся простота конструкции, небольшая занимаемая площадь, независимость эффективности работы от срока службы. Основной недостаток – большая стоимость очистки.

2. Метод адсорбции основан на поглощении токсичных веществ твердыми сорбентами, химическими реагентами или специальными составами. Применение метода адсорбции снижает эксплуатационные расходы за счет удаления основной доли токсичных продуктов при комнатной температуре. К недостаткам адсорбционной очистки относятся:

– необходимость тщательной очистки газов от взвешенных и смолистых веществ;

- правильный подбор абсорбента, его физико-химические свойства;
- сложный процесс регенерации, зависимость от концентрации очищаемых газов, температуры и влажности процесса;
- при регенерации адсорбента адсорбционно-окислительным методом в окружающую среду выделяются вредные вещества;
- необходимость утилизации отработанного адсорбента;
- невозможность очистки газов от окиси углерода и аммиака.

3. Абсорбционный метод основан на поглощении газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидкими поглотителями. К достоинствам данного метода можно отнести высокую эффективность извлечения улавливаемых веществ в широком диапазоне концентраций, непрерывность процесса при условии регенерации абсорбента, возможность очистки газового потока, как от твердых взвешенных веществ, так и парогазовых составляющих, относительная простота аппаратного оформления. Однако при использовании абсорбционной очистки возникают проблемы приготовления и точной дозировки реагентов-окислителей, пропорционально концентрации примесей в очищаемых газах, удаления отработанного абсорбционного раствора и защиты оборудования от коррозии.

4. Химический метод заключается в обработке растворов, содержащих органические вещества, специальными реагентами. В результате обработки образуются новые нетоксичные вещества, которые могут быть использованы как сырье для дальнейшего применения в смежных производствах или быть захоронены на свалках. К достоинствам химического

метода можно отнести возможность очистки стоков с неограниченной концентрацией и с достаточно высокой степенью очистки, к недостаткам – значительный расход химреактивов (кислоты и щелочи) сложность и низкую рентабельность технологического процесса, образование стоков с высоким солесодержанием, что требует их обильного разбавления перед сбросом в канализацию.

5. Газоразрядный метод основан на окислении молекул органических соединений озоном высокой концентрации. К достоинствам газоразрядного метода относятся малые габаритные размеры установки, широкий качественный и количественный состав выбросов. Недостатками являются необходимость предварительной очистки вентиляционного воздуха от взвешенных пылевых и аэрозольных частиц, смолистых веществ, необходимость установки каталитического блока для доокисления органики и нейтрализации избытка озона, ограничения по максимальной влажности очищаемого воздуха, ограниченный срок службы газоразрядных ячеек и их высокая стоимость.

Анализ возможных инженерно-технических решений для снижения летучих органических соединений в выбросах лакокрасочных производств показал, что приоритетными являются методы, позволяющие регенерировать пары растворителей из воздуха для их повторного использования.

Библиографический список

1. Ветошкин, Г. В., Таранцева К.Р. Технология защиты окружающей среды. – Пенза: Учебн. пособие. 2004 – 249 с.
2. Обзор методов очистки выбросов от органических веществ [Интернет-ресурс] <http://iesair.ru/>
3. Промышленные экологические системы [Интернет-ресурс] <http://www.ies.by/>



УДК 622.23

Стош Е.В. Науч. рук. Басалай И.А.

## **Исследование эксплуатационно-топливных характеристик костры льна**

Белорусский национальный технический университет

Одной из стратегических задач развития промышленного комплекса Республики Беларусь является сокращение импорта энергоносителей и вовлечение в топливно-энергетический баланс предприятий доли местных видов топлива.

Применение альтернативных видов топлива при производстве строительных материалов определяется возможностью получения продукции высокого качества. Все виды топлива, при сжигании которых образуется зола, непригодны для производства стекла и стеклоизделий, керамической плитки, изделий тонкой керамики, лицевых изделий, поскольку содержащиеся в золе оксиды кремния и алюминия связывают свободный СаО в силикаты и алюминаты, снижая качество извести.

При обжиге же цементного клинкера зольность не является препятствием, при расчете цементно-сырьевой смеси зола учитывается как ее дополнительный компонент. С учетом больших объемов производства клинкера и особенностей его обжига применение альтернативных видов топлива связывают с производством цемента.

В настоящее время все белорусские цементные заводы в качестве альтернативного топлива успешно используют торф.

Цель работы – комплексное исследование свойств льнокостры для оценки эффективности ее использования в качестве топлива для цементных заводов.

Качество любого твердого топлива в значительной степени определяется его химическим составом. Химический состав, в свою очередь, обуславливает теплотворную способность топлива. В этой связи, анализ эксплуатационных свойств льнокостры в качестве топлива должен быть основан на комплексном определении данных характеристик.

В работе представлены результаты исследования теплотворных свойств фрезерного торфа крупной фракции, используемого для сжигания на цементных заводах, и льнокостры. Исследования проведены в научной лаборатории «Моделирования экологической обстановки» Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (г. Санкт-Петербург) с использованием современного высокотехнологичного аналитического оборудования.

Общая теплотворность вычисляется как частное от деления освобожденного в течение полного сгорания твердого топлива количества теплоты на вес образца. Определение общей теплотворности при сжигании топлива ( $H_o$ , Дж/г) проводилось в бомбовом калориметре ИКА WERKE C2000 (Германия).

Общую влажность и зольность льнокостры и фрезерного торфа крупной фракции изучали на термогравиметрическом анализаторе TGA701 фирмы LECO (США). Съёмка осуществлялась по установленной программе с чередованием окислительной (кислородной) и инертной (азотной) сред. Полученные результаты нескольких параллельных измерений каждой пробы приведены в таблице 1.

Расчетное значение зольности фрезерного торфа на сухое состояние (т.е. с учетом потери влаги при сжигании) составляет 10 % для крупной фракции фрезерного торфа и около 6 % – для льнокостры.

Таблица 1 – Результаты определения общей влажности и зольности анализируемых образцов

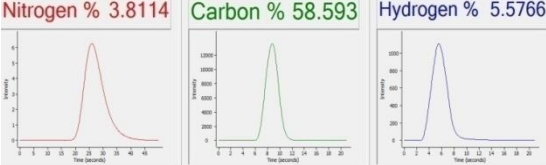
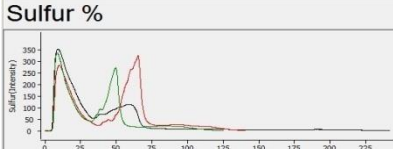
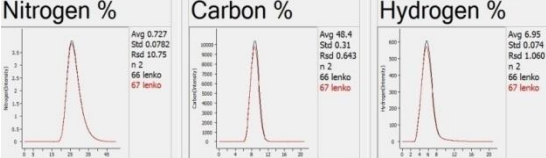
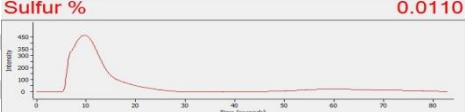
Проба	Общая влажность, %	Зольность, %	График эксперимента
Фрезерный торф (крупная фракция >10 мм)	40,30	6,00	<p>The graph shows the thermal stability of peat. The x-axis represents time from 00:00 to 02:00. The left y-axis is Weight Loss (%) from 0 to 100. The right y-axis is Temperature (°C) from 0 to 750. A red line shows temperature increasing from ~50°C to ~750°C. A green line shows weight loss starting at ~100% at 00:00 and dropping to ~10% by 01:00, with a sharp drop at 01:45. A blue line shows weight loss starting at ~100% at 01:45 and dropping to ~10% by 02:00.</p>
Льнокостра	7,17	5,57	<p>The graph shows the thermal stability of flax straw. The x-axis represents time from 00:00 to 02:00. The left y-axis is Weight Loss (%) from 0 to 100. The right y-axis is Temperature (°C) from 0 to 750. A red line shows temperature increasing from ~50°C to ~750°C. A green line shows weight loss starting at ~100% at 00:00 and dropping to ~10% by 01:00, with a sharp drop at 01:45. A blue line shows weight loss starting at ~100% at 01:45 and dropping to ~10% by 02:00.</p>

Результаты термогравиметрического анализа, свидетельствуют, что при съемке проб льнокостры в воздушной окислительной среде со скоростью 10 °С/мин после 750 °С не наблюдается никаких термоэффектов, что свидетельствует о полном сгорании топлива до этой температуры.

Также в работе исследовали химический состав отсева фрезерного торфа крупной фракции и льнокостры. Определение содержания углерода, водорода, азота и серы выполнено на анализаторе «CHN628» фирмы LECO (США).

Средние значения нескольких параллельных измерений, пересчитанные с учетом общей влажности проб, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения содержания углерода С, водорода Н, азота N и серы S в анализируемых образцах

Проба	Содержание элементов, %	Графики экспериментов
Фрезерный торф (крупная фракция >10 мм)	С 58,59 Н 5,57 N 3,81 S 0,24	 <p><b>Nitrogen % 3.8114</b>    <b>Carbon % 58.593</b>    <b>Hydrogen % 5.5766</b></p> <p><b>Sulfur %</b></p>  <p>Avg 0.237 Std 0.0435 Rsd 18.33 n 3 45 torf krupn 46 torf krupn 47 torf krupn3</p>
Льнокостра	С 48,4 Н 6,95 N 0,73 S 0,01	 <p><b>Nitrogen %</b>    <b>Carbon %</b>    <b>Hydrogen %</b></p> <p>Avg 0.727    Avg 48.4    Avg 6.95 Std 0.0782    Std 0.31    Std 0.074 Rsd 10.75    Rsd 0.643    Rsd 1.060 n 2    n 2    n 2 66 lenko    66 lenko    66 lenko 67 lenko    67 lenko    67 lenko</p> <p><b>Sulfur %</b>    <b>0.0110</b></p> 

Результаты комплексного исследования эксплуатационно-топливных характеристик костры льна показали, что она обладает высокой теплотворной способностью и имеет высокое суммарное содержание горючих элементов. Это позволяет сделать вывод о возможности ее использования в качестве топлива при производстве цемента.

#### Библиографический список

1. Мочальник, И.А. Основы технологии и продукция промышленности строительных материалов»: пособие / И.А. Мочальник. – Минск: БГЭУ, 2009. – 157 с.

Суша О.В. Науч. рук. Цуприк Л.Н.

## **Экологические аспекты текстильных предприятий**

Белорусский национальный технический университет

Исключительное внимание, которое в последнее время уделяется защите окружающей среды во всем мире, отражает общую озабоченность по поводу ее глобального загрязнения. Серьезным источником веществ-загрязнителей природы и вредного воздействия на человека являются отделочные производства текстильной промышленности [1].

Воздействие любого промышленного объекта на окружающую среду выражается в его влиянии на основные компоненты этой среды: атмосферу, гидросферу и литосферу. Такое воздействие происходит путем эмиссии вредных веществ в эти компоненты: выбросов загрязняющих веществ с отходящими потоками воздуха и дымовых газов в атмосферу, сбросов их со сточными водами в водоприемники, размещение твердых бытовых и производственных отходов на свалках и полигонах, добыче природных ресурсов из окружающей среды и т. д. [2].

В основном существуют три основных источника загрязнения атмосферы: промышленность, бытовые котельные, транспорт.

Основными вредными примесями текстильной промышленности загрязняющими атмосферу являются:

- пыль;
- оксид углерода. Ежегодно этого газа поступает в атмосферу не менее 250 млн. т.;
- сероводород и сероуглерод;

– оксиды азота. Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет 20 млн. т. в год;  
– соединения хлора [3].

Основная проблема заключается в том, что используется большое количество химических препаратов, а также образуется много сильнозагрязненных сточных вод.

В данной отрасли промышленности отводимые сточные воды образуются в результате проведения мокрых операций на различных этапах процесса производства текстиля. Сточные воды от текстильного производства обычно являются щелочными и характеризуются высокими показателями БПК (от 700 до 2000 мг/л) и ХПК (обычно превышают 5000 мг/л) [4].

Качественный и количественный состав сточных вод текстильных предприятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Загрязняющие вещества в сточных водах текстильных предприятий

Наименование загрязняющего вещества	Единица измерения	Фактическое значение	ПДК
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,57	2,7
Минерализация воды	мг/дм <sup>3</sup>	746	1000
Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,004	0,05
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	2,95	0,3
Никель	мг/дм <sup>3</sup>	0,013	0,1
Фосфор общий	мг/дм <sup>3</sup>	0,492	10,6
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	1,17	4,8
Сульфиды и сероводород	мг/дм <sup>3</sup>	0,16	2,0
Аммоний-ион	мгN/дм <sup>3</sup>	3,51	18,0
Сульфат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	139,2	100
Хлорид-ион	мг/дм <sup>3</sup>	23,4	300

Основным источником по объему и загрязненности сточных вод после технологического процесса является красильный цех. Здесь воды характеризуются следующими показателями, представленными в таблице 2.

Таблица 2 – Качественный и количественный состав сточных вод красильных цехов

Наименование загрязняющего вещества	Единица измерения	Фактическое значение	ПДК
БПК <sub>5</sub>	мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	324	200
СПАВ анионактивные	мг/дм <sup>3</sup>	0,418	3,07
pH	ед.pH	5,5	6,5-9,0
Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	300	150
Хром шестивалентный	мг/дм <sup>3</sup>	<0,001	0,05
Интенсивность окраски	мг/дм <sup>3</sup>	20	15
ХПК	мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	620	500

К сточным водам предприятий текстильной промышленности применимы методы механической, химической, физико-химической и биохимической очистки; каждый из них обеспечивает различный санитарный эффект. В зависимости от местных условий первые два метода могут применяться как для предварительной, так и для окончательной очистки сточных вод.

Механическая очистка сточных вод путем отстаивания в течение 2 ч приводит к снижению содержания взвешенных веществ на 40 – 50 %; снижение БПК при этом не превышает 81 %, снижение цветности 15 – 20 %.

Химической обработкой сточных вод достигается выделение 90 – 95 % взвешенных веществ; БПК при этом снижается на 20 – 50 %, а цветность до 50 % и более [5].

Характерные для текстильной промышленности отходы включают пробы, кромки, обрезки и кусочки тканей и пряжи; отработанные красители, пигменты и пасты для печати; а также осадки, оставшиеся после обработки сточных вод от технологических процессов и содержащие в основном волокна и масла.

#### Библиографический список

1. Фелленберг, А. Г. Загрязнение окружающей среды. Введение в экологическую химию / А. Г. Фелленберг. – Москва: Мир, 2005. – 232 с.
2. Промышленное загрязнение окружающей среды: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polnaja-jenciklopedija.ru/planeta-zemlya/promyshlennoe-zagryaznenie-okruzhayuschej-sredy.html> - Дата доступа: 02.04.2016.
3. Кортс, Ф. М. Экологическая химия – Москва: Мир, 2007 – 396 с.
4. Трегубова, А.А., Дербишер Е.В., Веденина Н.В., Овдиенко Е.Н., Дербишер В.Е. Современные экологические проблемы текстильной технологии. – Москва: 2007. – 205 с.
5. Ефимов А.Я., Таварткиладце И.М., Ткаченко Л.И. Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности// Киев: Техника. 1985.- 230 с.



Терешко А.М. Науч. рук. Зеленухо Е.В.

## **Перспективные направления использования отходов свеклосахарного производства**

Белорусский национальный технический университет

Одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь, обеспечивающим продовольственную безопасность страны и способствующим развитию сельскохозяйственного производства является сахарная промышленность.

Сахарная отрасль – одна из наиболее материалоёмких производств, в которой объем сырья и вспомогательных материалов, используемых в производстве в несколько раз, превышает выход готовой продукции. При среднем выходе сахара 12–13 % свеклосахарное производство Беларуси дает по массе переработанной свеклы 80–83 % сырого свекловичного жома; 5–5,5 % мелассы; 10–12 % фильтрационного осадка; 1,4 % отсева известнякового камня; боя и хвостиков – до 3 % [1].

К основным предприятиям по переработке свекловичного сырья в Республике Беларусь относятся: ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат», ОАО «Городейский сахарный комбинат», ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод», общей мощностью более 29 тыс. т переработки сахарной свеклы в сутки.

Ведущее место в рейтинге предприятий по производству сахара и готовой товарной продукции в республике занимает ОАО «Слуцкий сахарорафинадный

комбинат». Предприятием перерабатывается около 28,4 % общего объема поступающей от сельхозпроизводителей сахарной свеклы и производится 27,5 % сахара.

На ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» в процессе производства сахара на стадии заготовки и переработки свеклы образуются следующие отходы: камни, песок, земля, отсев и голыш, дефекат, жом свекловичный и меласса. Перечень основных отходов свеклосахарного производства, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень основных отходов свеклосахарного производства

Наименование отходов	Код отходов	Класс опасности отходов	Образование (текущий выход) за год, тонн
Жом свекловичный	1141201	неопасные	295767,82
Дефекат	1141202	неопасные	53829,60
Меласса	141203	неопасные	53066,40

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что в результате технологического процесса производства сахара образуется более 400 тыс. т/год отходов производства, которые представляют собой ценные материальные ресурсы.

В результате работы ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» ежегодно образуется около 300 тыс. тонн свекловичного жома. Основным направлением его использования является применение в рационах кормления крупного рогатого скота мясного и молочного направлений. Для возможности дальнейшего использования и удобства транспортировки до 50 %

свекловичного жома на предприятии обезвоживается, высушивается и гранулируется, что позволяет сократить затраты на перевозку более чем в пять раз.

Меласса ценный отход (побочная продукция) сахарной промышленности. В ней содержится 58–60 % сахара, 13–14 % органических азотистых веществ, 8 % несахаров, 3 % пектиновых веществ, 15 % безазотистых экстрактивных веществ.

Для переработки мелассы в ближайшей перспективе ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» планирует строительство дрожжевого завода.

Наиболее остро на сахарных заводах стоит проблема утилизации фильтрационного осадка, который является крупнотоннажным отходом производства. Объем выхода дефеката на ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» с каждым годом увеличивается вследствие увеличения производственной мощности предприятия и достигает 54 тыс. т. [2].

Фильтрационный осадок свеклосахарного производства (сахарный дефекат) используется в основном по агрономическому направлению, а большая его часть складывается на полях фильтрации как не востребованный отход, при хранении которого в объекты окружающей среды поступает значительное количество загрязняющих веществ.

Физико-химические показатели дефеката в том виде, в каком он выходит из производства, не соответствуют требованиям комбикормовых предприятий и предприятий сельхозхимии. Высокая влажность (около 30–35 %) и полидисперсный состав (от пыли до крупных комьев) не позволяют организовать процесс дозирования осадка и равномерного смешивания его в составе комбикормов. Для получения осадка кормового назначения фильтрационный

осадок необходимо подвергать досушиванию сразу же после его выхода с производства.

Наиболее перспективным методом использования дефеката является его применение в качестве наполнителя вместо мела при изготовлении резинотехнических изделий с улучшенными свойствами, а также для приготовления красок, бумаги, в качестве вяжущего вещества при производстве цемента, силикатного кирпича, асфальтобетонных материалов, для очистки нефте- и маслосодержащих сточных вод в промышленности,

Эффективное использование отходов, образующихся при производстве сахара, позволит предприятиям приблизить технологию к безотходной, получать дополнительную продукцию и снизить воздействие на окружающую среду. [3].

#### Библиографический список

1. Тарасова, Г.И. Научные основы и методология комплексной переработки и утилизации многотоннажных кальцийкарбонат-, кальцийсульфат-и металлсодержащих отходов: дис. д-ра техн. наук: 03.02.08 / Г.И. Тарасова. – Белгород, 2014. – 406 л.
2. Слуцкий сахарорафинадный комбинат [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://sugar.by/>. – Дата доступа: 17.04.2016
3. Демина, Н. В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для предстоящей переработки / Н. В. Демина, Л. В. Донченко, С. Е. Ковалева // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2006. – № 2. – С. 58-62.

УДК 621.165

Черногузова А.В. Науч. рук. Ролевич И.В.  
**Совершенствование природоохранных  
мероприятий при работе на ТЭЦ**

Белорусский национальный технический университет

Развитие эффективной и экологичной тепловой энергетики является важной и актуальной задачей современности. Энергетика является основой развития всех отраслей промышленности, транспорта коммунального и сельского хозяйства, базой повышения производительности труда и благосостояния населения. У нее более высокие темпы роста и масштабы производства. Если в начале XX столетия потребление энергии в мире удваивалось приблизительно за 50 лет, то в настоящее время – за 10–15 лет. Существует неразрывная взаимосвязь и взаимозависимость условий обеспечения теплоэнергопотребления и загрязнения окружающей среды. Так, рост производства электроэнергии обуславливает увеличение загрязнения окружающей среды энергетическими предприятиями. Взаимодействие этих двух факторов и развитие производственных сил подчеркивают актуальность изучения проблемы взаимодействия теплоэнергетики с окружающей средой (рис. 1) [1–3].

Особенно актуальной остается обеспечение экобезопасности 38 тепловых электростанций, работающих в Беларуси. Связано это с тем, что на январь 2010 г. более 51% основного оборудования выработало свой ресурс (60% – котлоагрегатов, 70% – турбин, 45% – станционных трубопроводов). Значительный моральный и

физический износ указанного оборудования вводит тепловые электростанции в зону повышенного риска, технологических отказов и аварий оборудования.

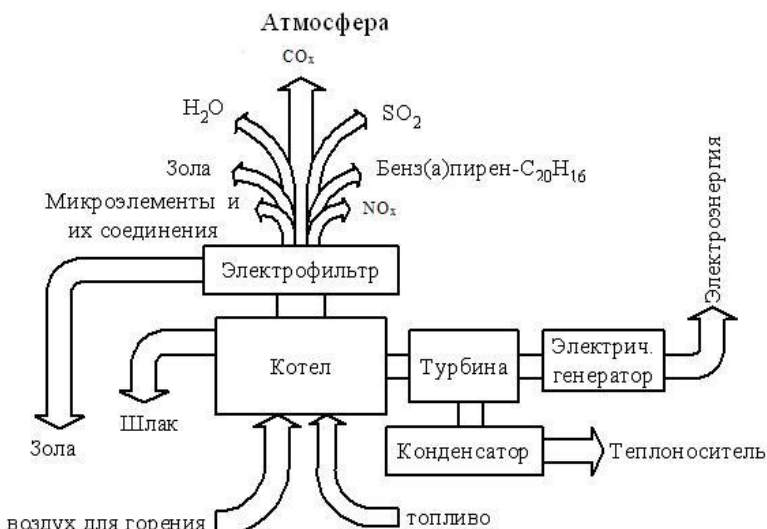


Рис. 1 – Загрязнение окружающей среды работающей ТЭЦ.

В связи с этим целью настоящей работы является разработка предложений по мерам совершенствования природоохранных мероприятий работающих ТЭЦ.

Выполненная работа позволила предложить природоохранные мероприятия для ТЭЦ, работающих как на природном газе, так и на мазуте. В работе сделан вывод о том, что важным мероприятием является реконструкция ГРЭС и ТЭЦ с установкой на них ПГУ. Расчеты показали, что после такой реконструкции станций количество выбросов загрязняющих веществ на них увеличивается, в то время как удельный расход топлива уменьшается.

Анализ полученных данных показал, что, с точки зрения экологичности, проведенные мероприятия приведут к уменьшению удельного расхода топлива, а,

следовательно, и к уменьшению годового расхода природного газа и уменьшению выбросов загрязняющих веществ на станциях. Причем наименьшее количество, как расхода топлива, так и выбросов загрязняющих веществ до и после внедрения парогазовых установок наблюдается на Минской ТЭЦ-3, наибольшее значение – на Березовской ГРЭС. Однако наилучшие изменения произошли в процессе реконструкции на Минской ТЭЦ-5, где количество выбросов загрязняющих веществ уменьшилось на 21%.

Использование природного газа в качестве топлива, практически, не требует совершенствования природоохранных мероприятий на тепловых станциях. Однако перевод их на мазут требует очистки выбрасываемых газов. В качестве примера можно привести Минскую ТЭЦ-4. Она работает на мазуте и природном газе. В первом случае в ее выбросах преобладают двуокись серы (52,3%), оксиды азота (37,3%) и окись углерода (9,7%). Твердых пылевых частиц составляют 0,7%. При работе на природном газе эти данные иные: доля диоксида серы составляет менее 1%, оксидов азота – 65%, оксида углерода – 34%. Поэтому при работе станции на мазуте особое внимание следует уделить сокращению основных видов загрязняющих веществ: диоксида серы и оксидов азота.

Методы снижения выбросов диоксида серы можно разделить на следующие группы:

1. Использование топлива с меньшим содержанием серы (сжигание малосернистых углей, использование мазута с низким содержанием серы, переход на сжигание природного газа).
2. Использование золоулавливающих установок для улавливания сернистого ангидрида.
3. Строительство установок сероочистки.

Данные литературы свидетельствуют, что технологии сероочистки для отечественных ТЭЦ по степени улавливания  $\text{SO}_2$  можно разделить на три категории. Третьей и приемлемой категорией являются требования для котлов всех мощностей, сжигающих сернистые виды топлива степень сероочистки должна быть более 85%.

На Минских ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3, где в качестве топлива используется природный газ, в выбросах в атмосферу преобладает двуокись азота. Для снижения его выбросов рекомендуем применить одну из двух известных технологий очистки дымовых газов: 1) селективно-каталитического восстановления до молекулярного азота в присутствии катализаторов или 2) селективно-некаталитического восстановления до молекулярного азота (обеспечивает очистку до 40-50%).

Таким образом, для предотвращения экологической опасности выбросов загрязняющих веществ, особенно при использовании мазута, предлагается установка очистки выхлопных газов ТЭЦ, состоящая из трех основных узлов: узла каталитической очистки от сернистых соединений, узла каталитической очистки от окислов азота и узла каталитической очистки от окиси углерода.

#### Библиографический список

1. Куксанов, В.Ф. Комплексная оценка влияния золоотвала ТЭЦ на экосистемы. Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 7 (103). – С. 36–42.
2. Луканин, В.Н. Промышленно-транспортная экология. М.: Высшая школа, 2003. – 273 с.
3. Чекмарева, О.В. Экологические проблемы золоотвалов ТЭЦ. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург: ГОУ ОГУ. – 2008. – С. 427–430.



Чжао В. Науч. рук. Лаптёнок С.А.  
**Пространственное моделирование  
геоэкологических факторов**

Белорусский национальный технический университет

Материалы исследований последних десятилетий свидетельствуют о том, что в земной коре континентального типа повсеместно наблюдается густая, построенная по решетчатому типу сеть субвертикальных разломов, дробящих земную кору на многочисленные блоки, размеры которых измеряются километрами или десятками километров. Наличие данной системы трещинно-проницаемых разломов устанавливается и подтверждается различными методами. Наиболее эффективный из них – структурное дешифрирование материалов аэрокосмической съемки в сопоставлении с геолого-геофизическими данными [1]. Не является исключением в этом плане и территория Беларуси, где по материалам космических съемок установлены разнопорядковые линейные структуры (линеаменты), отражающие особенности разломной тектоники.

В результате проведенных исследований [2 - 4] получена дополнительная информация о комбинированном влиянии геоэкологических факторов природного и антропогенного характера на состояние здоровья населения, проживающего в условиях такого рода сочетанного воздействия.

С использованием методики, материалов (карты масштаба 1 : 100 000, карта-схема линеаментов и кольцевых структур) и программного обеспечения

(ArcView 3.2a, ImageWarp, РАСТР Профи), описанных в источниках [5, 6], было осуществлено геокодирование с последующим совмещением масштабов населенных пунктов, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь №132 от 01.02.2010 г. [7]. При этом для Витебской, Гродненской и Минской областей осуществлялось геокодирование всех населенных пунктов, входящих в перечень (все расположены в зоне проживания с периодическим радиационным контролем), для Брестской, Гомельской и Могилевской – всех населенных пунктов, расположенных в зоне последующего отселения, зоне с правом на отселение и части населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем.

На рисунке населенные пункты, расположенные в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, обозначены символами с фоном зеленого цвета, населенные пункты, расположенные в зоне с правом на отселение и зоне последующего отселения – символами с фоном голубого и красного цвета соответственно.

При анализе полученной комбинированной пространственной модели, очевидно, прослеживается тенденция к концентрации населенных пунктов, включенных в «Перечень...», вблизи ряда линейных элементов и кольцевых структур (см. рис.). В Витебской, Гродненской и Минской областях это характерно для всех населенных пунктов. При этом единственный населенный пункт в Витебской области, включенный в «Перечень...», расположен в непосредственной близости от пересечения двух линейных элементов (на рисунке указан стрелкой).

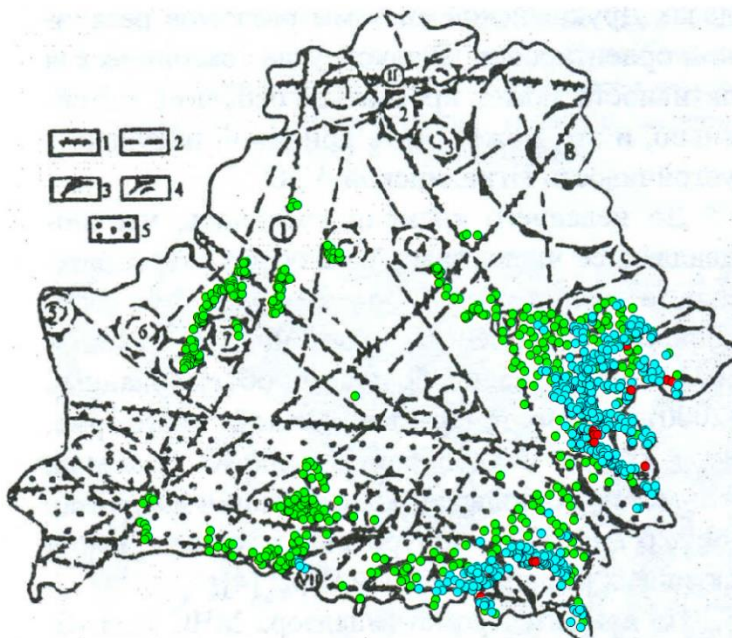


Рис. Геокодирование населенных пунктов Республики Беларусь, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения» (картографической основой данной пространственной модели явилась карта-схема линеаментов и кольцевых структур на территории Республики Беларусь [1.2])

В Брестской, Гомельской и Могилевской областях данная тенденция для населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем менее очевидна, так как загрязнению подверглись значительно большие площади. Тем не менее, она проявляется для населенных пунктов, расположенных в зоне с правом на отселение и зоне последующего отселения (см. рис.).

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что использование метода пространственно-атрибутивной категоризации данных с использованием средств

программного обеспечения, реализующего технологии географических информационных систем, позволяет получить новую информацию об объекте исследования. Полученная дополнительная информация обеспечит повышение адекватности и эффективности моделирования и достоверности оценок при анализе моделей.

#### Библиографический список

1. Губин, В.Н. Космогеология на современном этапе: региональные исследования, литомониторинг, образование / В.Н. Губин [и др.] // Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование : сб. науч. ст. / Издательский центр БГУ ; под. ред. В.Н. Губина. – Минск, 2006. – С. 14-18.
2. Тяшкевич, И.А. 40 лет развития метода дистанционного зондирования природных ресурсов в Республике Беларусь / И.А. Тяшкевич // Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование. – Минск, – 2006, – С. 6-10.
3. Лаптенюк, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций – Минск: БНТУ, 2013, – 287 с..
4. Гарецкий, Р.Г. Эколого-тектоническая среда Беларуси / Р.Г. Гарецкий, Г.И. Каратаев. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 175 с.
5. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П.Бубнов, С.В. Дорожко, С.А. Лаптенюк – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.
6. Морзак, Г.И. Пространственное моделирование в промышленной и социальной экологии / Г.И. Морзак, С.А. Лаптенюк. – Минск: БГАТУ, 2011. – 210 с.
7. Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС, – №1-2, 2010. – С. 45- 95.

УДК 675.0 + 504.7

Шавяка Е.В. Науч. рук. Басалай И. А.

## **Изучение особенностей отмочно-зольного процесса кожевенного производства**

Белорусский национальный технический университет

Кожевенная производство – отрасль легкой промышленности, заключающаяся в механической и физико-химической выделке кожи животных, преимущественно крупного рогатого скота. Продукция кожевенной промышленности используется в производстве обувной и других отраслей легкой промышленности. Ассортиментом продукции кожевенной промышленности являются твердые кожаные товары – для подошв и другие части кожаной обуви, мягкие кожаные товары – в основном хромовые, также одежда, галантерейные изделия, технические кожи.

В производстве кожи существенное внимание уделяется качеству исходного сырья, которое, в свою очередь, в немалой степени зависит от начальной (подготовительной) стадии производства кожи - отмочно-зольного процесса. Это сложный многооперационный технологический процесс. Схема технологического процесса и материальных потоков на этой стадии приведены на рис. 1.

Первая технологическая операция выделки шкуры – отмок. Целью этой операции является восстановление структуры ткани кожи, приведение шкуры в состояние, максимально приближающееся к парному (на завод шкура поступает в законсервированном состоянии), как по степени обводнения, так и по микроструктуре. При этом также из сырья удаляются консервирующие вещества, грязь, растворимые белки.

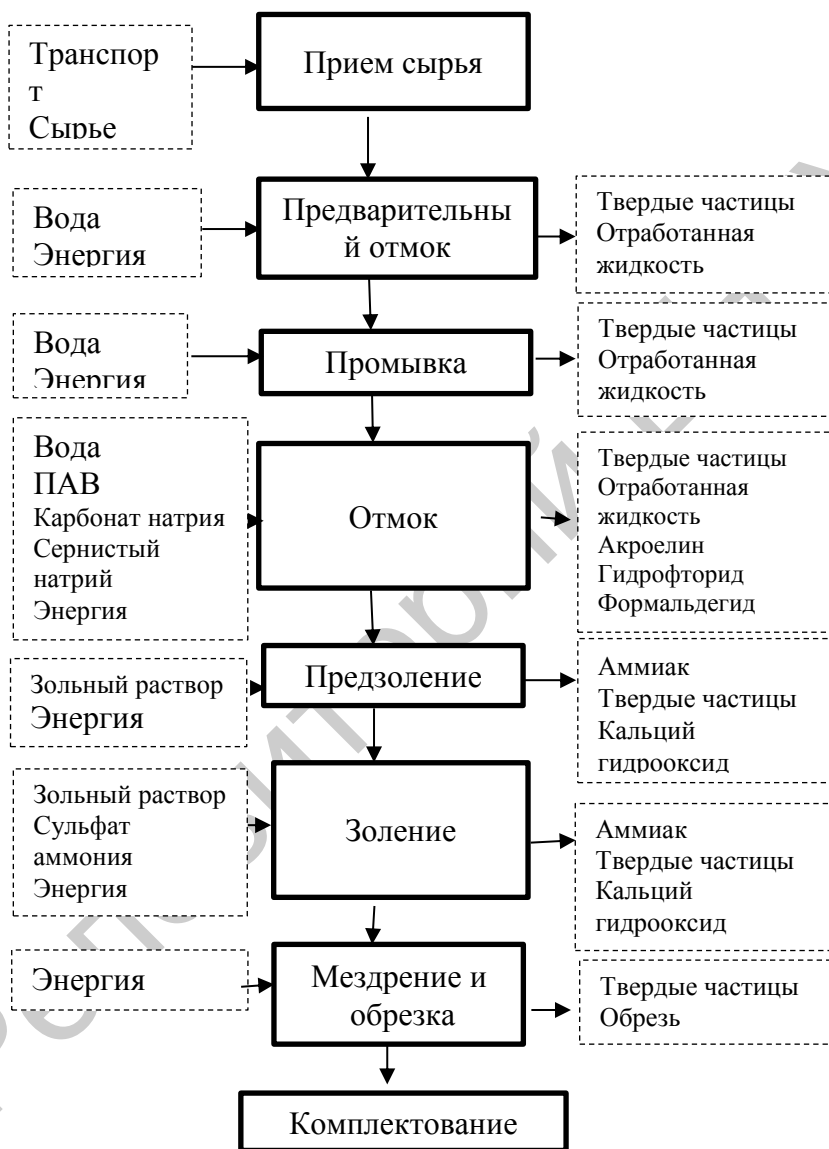


Рис. 1 – Схема отменно-зольного процесса обработки кожи

Отмок и озоление кож, как и все жидкостные процессы, осуществляются в зольных барабанах (рис. 2). Продолжительность процесса составляет 48 часов. Механическое воздействие барабана на сырьё и полуфабрикат во время обработки достигается вращением подвесных, рамных барабанов, реверсированием (вращение поочерёдно то в одном, то в другом направлении) или покачиванием шнековых барабанов, перемешиванием шкур и жидкостей с помощью мешалок в баркасах.



Рис. 2 – Подвесной зольный барабан

Процесс обработки в барабане полностью автоматизирован, это касается как вращения, остановок, промывок, так и подачи химикатов. Для проведения отмоки используют антисептики и усилители обводнения ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , ПАВ).

Используемые для обработки кож химические материалы готовятся на участке приготовления химических растворов и автоматически дозируются в барабаны.

В результате операций предзольнения и зольнения происходит разволокнение и дефибриляция - удаление волосяного покрытия и эпидермиса, а также изменение волокнистой структуры дермы.

На следующем этапе проводится механическая очистка кожной ткани от подкожных мышц, жира, рыхлой соединительной ткани – мездрение. Мездрение шкур может осуществляться с помощью мездрильных машин и вручную. Ее выполняют на специальной правилке или колоде металлическим скребком, ножом, обратной стороной ножовочного полотна, стальной щеткой. Жир, оставшийся на шкурке, ухудшает дальнейшую ее обработку и внешний вид. Для обезжиривания шкурки помещают в емкость с мыльным раствором стирального порошка, туалетного мыла – 10 г/л и моют в течение 30~40 мин. После мытья шкурок в растворе их промывают в воде, слегка подкисленной уксусом для частичной нейтрализации.

В процессе отмочно-зольного процесса выделяются загрязняющие вещества:

- аммиак (4 класс опасности),
- гидрофторид (2 класс опасности),
- акролеин (2 класс опасности),
- серная кислота (2 класс опасности),
- твердые частицы суммарно (3 класс опасности),
- формальдегид (2 класс опасности).

Удаление их из производственного помещения цеха производится посредством принудительных вытяжных систем вентиляции.

Далее подготовленная кожа поступает на последующие технологические операции – на участок дубления кож, химическую отделку и красильно-жировальные процессы.



Секция  
**«ЭКОЛОГИЯ»**

УДК 691.175

Андрусак К.О. Науч. рук. Морзак Г.И.

## **Основные направления по обращению с отходами пластмассовых изделий**

Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее осязаемых результатов антропогенной деятельности является образование отходов. Рациональное обращение с отходами, в частности с отходами пластмасс, приобрело важное экономическое и экологическое значение.

Отходы термопластичных масс подразделяются на:

– технологические отходы производства, образующиеся при синтезе и переработке пластмасс и составляющие от 5 до 35 % (по массе). По свойствам они мало отличаются от исходного сырья и могут повторно перерабатываться в смеси с исходным материалом;

– отходы производственного потребления, накапливающиеся в результате выхода из строя полимерных изделий. Эти отходы достаточно однородны и могут быть повторно переработаны в изделия;

– отходы общественного потребления, накапливающиеся на свалках в результате морального или физического износа полимерных деталей/изделий. Доля отходов общественного потребления составляет 50 % всех полимерных отходов.

При захоронении на полигонах пластики не разлагаются и наносят огромный вред почвам. Альтернативным способом вторичной переработки пластмассы является сжигание. При сжигании отходов пластиков выделяются дым с частицами размером от 0,4 до 10, загрязняющие летучие вещества, такие как оксиды металлов, диоксины, а также образуется зола, содержащая

тяжелые металлы. Переработка пластмасс – комплекс процессов получения изделий или полуфабрикатов с заданными свойствами на специальном оборудовании.

Способы переработки пластмассовых отходов подразделяют на две группы – физико-химические и механические. Механические способы переработки пластмассовых отходов с целью их вторичного использования заключаются в измельчении различных пластиковых субстанций. При такой переработке образуются крошка и порошкообразные материалы, которые подвергаются литью под давлением. Вторичная переработка пластмассы физико-химическими способами может быть осуществлена одним из следующих методов:

- деструкция (в результате получают олигомеры и мономеры, которые используются при производстве волокна и пленки);

- повторное плавление (метод позволяет изготавливать гранулят, применяя технологию литья под давлением либо экструзию);

- пересаднение из растворов (метод применяется при производстве композиционных материалов, порошков, используемых для нанесения полимерных покрытий);

- химическая модификация (метод позволяет изготавливать материалы с новыми физическими и химическими свойствами).

Наиболее распространенным является метод повторного плавления, т.е. метод гранулирования или таблетирования [1]. Общая схема процесса вторичной переработки пластмассовых изделий включает следующие стадии:

- предварительная сортировка и очистка;
- измельчение;
- отмывка и сепарация;
- классификация по видам;

- сушка;
- конфекцирование и грануляция;
- переработка в изделия.

На первой стадии отходы сортируются по внешнему виду (отделяются непластмассовые компоненты). Далее, в результате одно- или двухстадийного измельчения материал достигает размеров, необходимых для осуществления его дальнейшей переработки. На следующем этапе дробленый материал подвергают отмывке от загрязнений, а также отделяются неметаллические примеси. Последующая стадия зависит от выбранного способа разделения отходов по видам пластмасс. При мокром способе, сначала производят разделение, а затем сушку. При использовании сухих способов – вначале сушка, а затем классификация. Заключительной стадией процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия.

В процессе вторичного использования пластмасс необходимо предотвратить или уменьшить ухудшение их физико-механических и реологических свойств. С этой целью в композиции на основе вторичных полимерных материалов вводят дополнительные стабилизаторы, что позволяет сохранить их эксплуатационные характеристики.

Технологическая схема регенерации пластмассовых отходов, содержащих до 10 % каучука, металла, стекла и других материалов, представлена на рис. 1. Отходы конвейером подают на дробилку 2. Далее их промывают и пневматическим транспортом направляют в воздушный классификатор 3, где отделяется около 3 % тяжелых отходов. Далее отходы дополнительно измельчают в дробилке второй ступени и продувают через магнитный сепаратор 4 для удаления оставшихся металлов. Измельченные отходы промывают, сушат в центробежной сушилке 7. Высушенные отходы перемешивают в

турбинной мельнице 8 для предотвращения комкования и подают в экструдер 9, где с помощью таблетирующего устройства 10 материал превращается в таблетки.

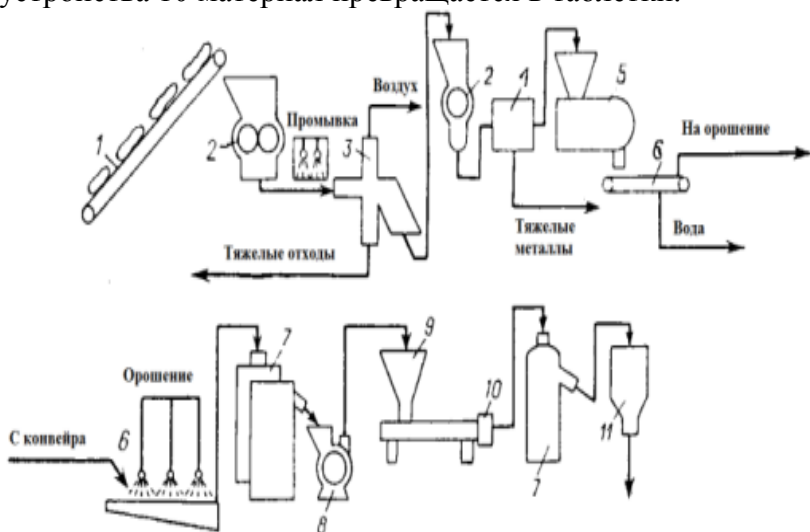


Рис. 1 – Схема регенерации пластмассовых отходов:

- 1 – конвейер для подачи мешков; 2 – дробилки;
- 3 – воздушный классификатор;
- 4 – магнитный сепаратор; 5 – промыватель;
- 6 – конвейер; 7 – центробежные сушилки;
- 8 – мельница; 9 – экструдер;
- 10 – таблетирующее устройство;
- 11 – бункер для таблеток.

Существуют два основных метода гранулирования пластмассовых отходов - холодное и горячее. При горячем гранулировании расплавленный материал продавливается через круглые отверстия рабочей поверхности. Затем полученный материал (ленты) в горячем виде нарезаются стационарными вращающимися ножами на мелкие гранулы/ таблетки. Далее происходит процесс охлаждения полученных гранул. При методе холодного

гранулирования полимер продавливается через перфорированную пластину. Затем полученные ленты охлаждают и нарезают на гранулы.

Основными способами переработки пластмасс являются:

- пиролиз – термическое разложение происходящее при высокой температуре при отсутствии кислорода;

- гидролиз – разложение при помощи экстремальных температур и давления;

- гликолиз – деструкция, протекающая при высоком давлении и температуре в присутствии катализатора и этиленгликоля до получения экологически чистого продукта;

- метанолиз – расщепление с помощью метанола [2,3].

При термообработке пластик подлежащий переработке не требует предварительной тщательной сортировки и очистки. Продуктами переработки пластмасс методом пиролиза являются сухой остаток, пиролизный газ, котельное топливо. Во время этого процесса твердые вещества превращаются в горячий газ, который можно использовать для получения тепловой энергии, и в жидкость - мазут. Основным недостатком процесса пиролиза является образование вредных химических соединений. Для предотвращения их попадания в атмосферу необходимо применение достаточно сложных систем фильтрации и очистки, что отрицательно сказывается на рентабельности данного метода.

Наиболее приемлемым методом переработки пластика для РБ является механический рециклинг. Данный способ не требует использования дорогого специального оборудования, и по этой причине может быть реализован где угодно. Рециклинг пластмассовых отходов включает в себя следующие основные этапы:

- сбор;

- сортировка (по цвету, качеству, степени загрязнения);
- прессование;
- переработка (резка, промывка, сушка, изготовления регранулята);
- производство нового изделия.

Вторичный пластик может быть использован для самых различных целей. Так, он используется для изготовления синтетических нитей, которые впоследствии могут быть использованы для изготовления одежды, ковров, пленки и иных изделий. Приблизительно две трети всего вторичного европейского пластика используется для производства полиэстера, которые используются в качестве утеплителя спортивной одежды, спальных мешков и наполнителя для мягких игрушек. Также из вторичного пластика можно изготавливать и упаковку. Одним словом, мест, где можно использовать вторичный пластик невероятно много.

#### Библиографический список

1. Состояние и перспективы развития вторичной переработки и утилизации полимерных материалов [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://recyclers.ru/modules/section/print.php?itemid=26>  
Дата доступа: 27.04.2016.
2. Вторичная переработка пластмассы [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://ztbo.ru/o-tbo/stati/piroliz/piroliz-plastika-i-plastmassi> – Дата доступа: 22.04.2016.
3. Д.А. Арашкевич. Вторичная переработка отходов пластмасс и специальные роторные дробилки / Пластические массы – 2003.– 13 с.

УДК 546.1

Блоцкая А.Г., Гольдберг М.А. Науч. рук. Кузьмина О.Н.  
**Биохимическая роль йода в организме человека.**  
**Определение йода в соли**

Белорусский национальный технический университет

Химический элемент йод (с греч. «iodes» – «фиалковый», «фиолетовый») был открыт в 1811 году французским химиком Бернаром Куртуа. В природе йод встречается практически повсеместно. Значительная его часть представлена йодидами и йодатами.

Основным источником йода служит Мировой океан. Концентрация йодида в морской воде составляет 50–60 мкг/л, а в воздухе — около 0,7 мкг/м<sup>3</sup>. Среднее содержание йода в земной коре 4\*10<sup>-5</sup> % по массе. Содержание йода в грунте имеет значительные колебания от 50 до 9000 мкг/кг. Во всем мире ежегодно добывают более 15000 тонн йода.

Суточная потребность в йоде человека-100-150 мкг. В организм человека йод поступает с пищевыми продуктами растительного (34 %) и животного (60 %) происхождения, и лишь небольшая его доля поступает с водой и воздухом (по 3 %).

Содержание йода в продуктах питания значительно различается в зависимости от региона, сезона, длительности хранения и кулинарной обработки пищевых продуктов. Самая высокая концентрация йода – в продуктах моря (от 800 до 1000 мкг/кг), особенно богаты йодом морские водоросли.

Йод в организм человека должен поступать постоянно и в необходимом количестве на протяжении всей жизни. Он необходим для обеспечения нормальной работы щитовидной железы, реализующей гормон,



который регулирует интенсивность использования энергии организмом. Главная биологическая роль йода в организме человека – это участие в синтезе тиреоидальных гормонов щитовидной железы – тироксина (Т4), содержащего 4 атома йода и трийодтиронина, в составе которого 3 атома йода.

Если йод не поступает в организм в достаточных количествах, увеличивается риск возникновения йододефицитных заболеваний – эндемического зоба, гипотиреоза, умственной отсталости и кретинизма. Если йод находится в дефиците, существует возможность появления изменений в хромосомах, а также появляется вероятность возникновения рака.

В мире от йододефицита страдают 1,5 млрд. человек, 600 млн. имеют увеличение щитовидной железы, 40 млн. страдают выраженной умственной недостаточностью. По данным ВОЗ 15% детей имеют грубые нарушения умственного развития по причине йододефицита.

Есть несколько путей решения проблемы дефицита йода в организме человека. Это прежде всего йодирование пищевой соли, увеличение в рационе питания населения морских продуктов и с помощью лекарственных препаратов.

В Беларуси в 1999 г. было завершено, проводимое по эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), большое национальное исследование, показавшее наличие существенного дефицита йода в питании и высокую распространенность йододефицитных заболеваний (ЙДЗ), в частности эндемического зоба среди населения. Результаты этого и других исследований явились основой для принятия в 2001 г. Постановления правительства РБ об обязательном использовании йодированной соли при производстве продуктов питания на всех предприятиях пищевой промышленности, при выпечке хлеба, а также в

общественном питании. По данным официальной статистики Минздрава РБ первичная заболеваемость простым зобом у взрослых с 1998 по 2012г. снизилась почти в 12 раз, а у детей и подростков – почти в 3 раза.

Предметом исследования в данной работе стало определение содержания йода в различных образцах соли, предлагаемых белорусскому покупателю, с целью установления соответствия указанному на упаковке, изменение концентрации йода при хранении и кулинарной обработке

Определение проводилось титриметрическим методом анализа с использованием тиосульфата натрия в качестве титранта и раствора крахмала в качестве индикатора. Данные эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание йода в соли

№ пробы	Наименование соли	Содержание йода в соли, мкг/кг соли	Содержание йода через неделю, мкг/кг соли	Содержание йода после кипячения, мкг/кг соли
Проба 1	Соль поваренная йодированная (коробка)	33,8	23,2	8,46
Проба 2	Соль поваренная йодированная (пакет)	29,60	25,37	10,57
Проба 3	Соль белорусская йодированная	35,94	31,71	12,68
Проба 4	Соль морская йодированная	25,37	23,25	9,51
Проба 5	Соль поваренная	0	0	0
Проба 6	Соль каменная	0	0	0

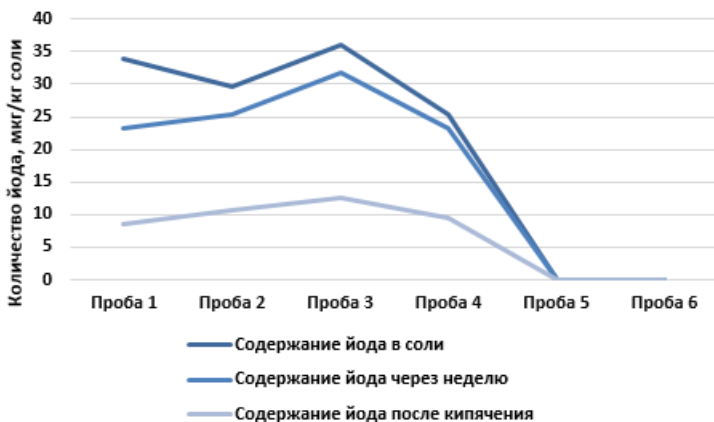


Рис. 1 – Изменение содержания йода в соли под действием некоторых физических факторов

Содержание йода во всех образцах меньше указанной на упаковке на 10-35 %. При хранении в открытом виде в течение 7 дней содержание йода снижается на 14-31 %, а при 30-ти минутном кипячении уменьшение составляет до 70 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что для профилактики ИДЗ необходимо употреблять в пищу йодированную соль. Йодированную соль необходимо правильно хранить (в плотно закупоренном пакете или банке в недоступном для света месте) и досаливать только приготовленную пищу или добавлять ее в самом конце варки.

#### Библиографический список

- Биологическая химия: учебник / В.К. Кухта и [др.]; под ред. А.Д. Тагановича – Минск: Асар, М.: БИНОМ, 2008.–688 с.
- Биологическая химия: учебное пособие/ А.Д. Таганович и [др.]. – Мн.: Беларусь, 2013. – 255 с.
- Чиркин, А.А. Практикум по биохимии: учебное пособие / А.А. Чиркин. – Минск: Новые знания, 2002. – 512 с.

УДК 514.18

Борисов А. А. Науч. рук. Кофанова Е. В.

## **Выбор физико-химических характеристик для контроля качества автомобильных бензинов**

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт" (НТУУ "КПИ")

На современном этапе развития человечества автомобильный транспорт по-прежнему остается достаточно энергоемким, поэтому рациональное использование горюче-смазочных материалов (ГСМ) является актуальной задачей ресурсосбережения.

ГСМ – сложные многокомпонентные системы. Важной характеристикой всех видов топлив является их способность обеспечивать полноту сгорания с выделением наибольшего количества тепла. Бензин тоже является смесью углеводородов определенного фракционного состава, а поэтому не имеет фиксированной температуры кипения. Даже автомобильные бензины одной марки, но изготовленные на разных нефтеперерабатывающих предприятиях, как правило, отличаются по фракционному составу и имеют определенный разброс в физико-химических характеристиках [1].

Фракционный состав бензина, как и любого другого моторного топлива, является одним из наиболее важных показателей его качества. Фракцией принято называть группу углеводородов, выкипающих в определенном интервале температур. Например, бензиновая фракция кипит в диапазоне температур 40–195 °С (C<sub>5</sub>–C<sub>10</sub>); лигроиновая – при температурах 120–235 °С (C<sub>8</sub>–C<sub>14</sub>); керосиновая – 200–300 °С (C<sub>12</sub>–C<sub>18</sub>) и газойль – при температурах 280–360 °С (C<sub>14</sub> – C<sub>20</sub>) [1].

Для установления фракционного состава бензина рекомендовано использовать температуру начала кипения ( $t_{н.к.}$ ), температуры, при которых перегоняется 10, 50 и 90 % ( $t_{10\%}$ ,  $t_{50\%}$ ,  $t_{90\%}$ ), температуру конца кипения бензина (конца перегонки) ( $t_{к.к.}$ ). Определяют также остаток после перегонки и потери нефтепродукта. Поскольку именно качество используемых ГСМ, как правило, предопределяет характеристики и эффективность работы двигателя, то изучение состава ГСМ, а также физико-химических свойств и токсичности является необходимым условием их рационального использования. При этом особое внимание нужно обратить на разработку специальных методов экспресс-контроля качества моторного топлива.

Бензин, поступающий в систему питания двигателя внутреннего сгорания (ДВС), должен образовывать топливно-воздушную смесь такого состава, который обеспечивает полноту сгорания топлива при всех режимах работы двигателя. В целом, фракционный состав и физико-химические характеристики топлива (плотность, вязкость, давление насыщенных паров, поверхностное натяжение, теплопроводность, диэлектрическая проницаемость и др.) предопределяют легкость и надежность пуска двигателя, возможность образования паровых пробок, полноту сгорания топлива и экономичность его использования, а также длительность прогрева, интенсивность износа деталей двигателя и др. [1].

Все марки автомобильных бензинов имеют определенные физико-химические характеристики. В табл. 1 представлены физико-химические характеристики (плотность, вязкость и диэлектрическая проницаемость) основных составляющих автомобильных бензинов при стандартной температуре [2].

В работах [3–5] на модельных трехкомпонентных системах, моделирующих состав автомобильного бензина,

показано, что изучение денсиметрических и диэлькометрических политермических данных дает возможность судить о качестве ГСМ. Это обусловлено тем, что и химический, и фракционный состав бензина существенно влияет не только на полноту сгорания топлива, но и на объемы выбросов отработавших газов, а также на содержание вредных веществ в них.

Таблица 1. Физико-химические характеристики основных составляющих автомобильных бензинов при 298,15 К

Основные составляющие автомобильных бензинов	Плотность, $d \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>	Вязкость, $\eta \cdot 10^{-3}$ , Па·с	Диэлектрическая проницаемость, $\xi$
I. Парафины			
н-Пентан	0,6214	0,2152	1,84
н-Гексан	0,6548	0,2923	1,89
н-Гептан	0,6795	0,3903	1,93
Изопентан	0,6146	0,2150	1,84
3-Метилпентан	0,6598	-	-
Изооктан	0,6868	0,5030	1,94
II. Циклопарафины (нафтены)			
Циклогексан	0,7439	0,8980	2,03
Метилциклопентан	0,7439	0,4780	1,99
Метилциклогексан	0,7657	0,6850	2,02
III. Ароматические углеводороды			
Толуол	0,8623	0,5516	2,38
Бензол	0,8737	0,6028	2,28
м-Ксилол	0,8599	0,5810	2,37
о-Ксилол	0,8760	0,5810	2,37
п-Ксилол	0,8567	0,6050	2,37

И плотность, и диэлектрическая проницаемость могут быть определены по стандартным методикам в лабораторных условиях. Однако эти процедуры занимают много времени и,

главное, требуют отбора проб с дальнейшей их транспортировкой в лабораторию. Следовательно, разработка экспресс-методов определения важнейших физико-химических характеристик автомобильных топлив, в том числе и с использованием модельных систем, остается важной и актуальной задачей. Кроме того, введением к топливам присадок различного химического состава и функционального предназначения можно достичь повышения эффективности использования ГСМ и уменьшения их расхода.

#### Библиографический список

- 1 Бойко Е. В. Химия нефти и топлив: учеб. пособ. / Е. В. Бойко. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. –60 с.
2. Справочник химика. Т. 2: Основные свойства неорганических и органических соединений; 3-е изд., испр. – Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1971. – 1168 с.
3. Кофанова Е. В. Определение состава трехкомпонентных систем циклогексан–гексан–бензол и циклогексан–гексан–толуол по денсиметрическим и диэлькометрическим данным / Кофанова Е. В., Янчук Г. И., Кулинич Н. И. // Деп.в ГНТБ Украины № 2295–УК-94 от 05.12.94.
4. Кофанова Е. В. Экспресс-метод определения величин плотности модельной системы циклогексан – гексан – бензол по диэлькометрическим измерениям / Кофанова Е. В., Янчук Г. И., Кулинич Н. И. // Деп.в ГНТБ Украины № 2300–УК-94 от 05.12.94.
5. Кофанова Е. В. Контроль расхода автомобильных бензинов по изменению их денсиметрических характеристик / Кофанова Е. В., Кофанова А. Е., Высоцкий А. И. // Энергетика : економіка, технології, екологія. – № 1 (26). – 2010. – С. 105–109.

УДК 378.6.147:54

Борисов А. А. Науч. рук. Кофанова Е. В., Назарова Т. М.  
**Токсикологическое воздействие выбросов  
автомобильного транспорта на окружающую среду  
и здоровье человека**

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт" (НТУУ "КПИ")

Сегодня у большинства ученых уже не осталось сомнений в том, что загрязнение автотранспортом не только негативно влияет на показатели качества окружающей среды, но и вызывает изменения климата на планете в целом и микроклимата – в мегаполисах и прилегающих к ним территориях. При этом повышается средняя температура воздуха, снижается уровень ультрафиолетового излучения, увеличивается количество осадков, в том числе и кислотного характера.

Ученые, как правило, связывают резкое увеличение концентрации парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SF}_6$  и др.) в атмосфере с деятельностью человека [1; 2]. В частности, исследования показали, что на единицу выпуска автомобилей приходится около 140 г/км  $\text{CO}_2$  [3]. Как следствие, во всем мире наблюдается стремительное усиление негативного воздействия автотранспортного комплекса (АТК) на все компоненты биосферы [4].

Передвижные источники вызывают распространение загрязнений на значительные территории, образование так называемых техногенных аномалий загрязняющих веществ (ЗВ). При этом наибольшее негативное воздействие оказывается именно на селитебные районы с большой плотностью населения.

В структуре факторов, формирующих риск здоровью человека, на первом месте находится качество воздуха



(66,7 %), на втором – качество пищевых продуктов (13,5 %) и на третьем – шумовое загрязнение (12,6 %) [5]. Следовательно, при оценке воздействия автотранспорта на экологическое состояние территории города и здоровье человека следует учитывать несколько факторов.

Во-первых, концентрация вредных веществ достигает максимума в зоне дыхания человека. Во-вторых, около 20 % выбросов ЗВ распространяется вблизи автомагистралей, в результате чего формируются первичные аномалии токсичных и канцерогенных веществ [6]. Негативное влияние ощущается даже на расстоянии до 2 км от автомагистрали и распространяется на высоту до 300 м [7].

Такие поллютанты, как бенз(а)пирен  $C_{20}H_{12}$ , альдегиды  $R-C(O)H$ , оксид серы (IV)  $SO_2$ , оксиды азота  $NO_x$  и углерода  $CO$ ,  $CO_2$  способны вызвать затрудненность дыхания человека, проявление астматических эффектов, а также рост числа случаев заболеваемости раком и др. Среди вышеупомянутых загрязнителей особенно стоит выделить загрязнение бенз(а)пиреном, веществом высокого канцерогенного воздействия. По оценкам специалистов, каждый житель вдыхает примерно 0,6 мкг/сутки этого канцерогена, что может привести к необратимым последствиям для здоровья не только нынешнего, но и последующих поколений [7].

Содержание каждого конкретного поллютанта в атмосфере – это результат истории его выбросов и удаления из атмосферного воздуха за счет физических, химических и/или физико-химических процессов. Так, ученые делят парниковые газы на те, которые "живут" в атмосфере длительное время и оказывают длительное воздействие на климат планеты, и те газы, которые в результате химической активности достаточно быстро удаляются из атмосферы [8].

Среди парниковых газов длительного воздействия

выделяют оксид углерода (IV)  $\text{CO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$  и оксид азота (I)  $\text{N}_2\text{O}$ . Парниковые газы кратковременного воздействия, например,  $\text{SO}_2$  и  $\text{CO}$ , как правило, удаляются из атмосферы за счет процессов их естественного окисления и благодаря некоторым физико-химическим процессам [8]. Однако есть газы, для которых вообще невозможно оценить "срок жизни". Это, например, углекислый газ, который непрерывно и циклически перемещается между атмосферой, океанами, сушей и биотой планеты.

Известно, что состав выбросов и концентрация ЗВ зависят от типа двигателя, технического состояния автомобиля, скорости его движения, режима работы и срока эксплуатации двигателя и др. [9]. При этом бензиновые двигатели, особенно карбюраторные, являются основными эмитентами угарного газа  $\text{CO}$ , а выбросы оксидов азота (в частности  $\text{NO}_2$ ) вызваны в основном работой дизельного автотранспорта [10]. Кроме того, плохо отрегулированный дизельный двигатель может "дымить", то есть выбрасывать в атмосферу мелкодисперсные твердые частицы, которые оказывают вредное воздействие и на окружающую среду, и на здоровье человека.

Практически половина топлива, используемого автомобильным транспортом, сжигается в больших городах, в селитебных районах, поэтому возникает необходимость оптимизации движения транспорта и даже ограничения доступа в центральные районы. В частности, после введения в Лондоне в 2004 г. платы за создание пробок дорожного движения властям удалось снизить потребление топлива, а также выбросы углекислого газа примерно на 20 % в районах взимания платы [11].

Поскольку АТК является ведущим звеном экономики, то в нынешних условиях невозможно

обеспечить устойчивое развитие страны без учета его потребностей. Необходимо не только определить источники риска со стороны автотранспорта, но и разработать специальные управленческие решения, направленные на совершенствование конструкции двигателей и автотранспортных средств, на экономию и рациональное использование моторного топлива, целенаправленную и оправданную модификацию его свойств, а также организовать учет и контроль (в том числе и экспресс-контроль) расхода горюче-смазочных материалов.

#### Библиографический список

1. Робоча група зі зміни клімату [Электронный ресурс]:[Сайт]. – Режим доступа: [http://climategroup.org.ua/?page\\_id=75](http://climategroup.org.ua/?page_id=75). – Название с экрана.
2. Робоча група неурядових екологічних організацій України з питань зміни клімату [Электронный ресурс]: [Сайт]. – Режим доступа: [http://climategroup.org.ua/?page\\_id=75](http://climategroup.org.ua/?page_id=75). – Название с экрана.
3. European Automobile Manufacturers Association. CO2 from Cars and Vans [Электронный ресурс]: [Сайт]. – Режим доступа: <http://www.acea.be/industry-topics/tag/category/co2-from-cars-and-vans>. – Название с экрана.
4. Моніторинг атмосферного повітря. Проблеми моделювання і прогнозування [Электронный ресурс] / [В. В. Трофімович, О. С. Волошкіна, М. М. Фандікова, І. В. Клімова та ін.] // Екологічна безпека та природокористування: збірн. наук. праць. – К. – 2012. – Вип. 10. – С. 102–120. – Режим доступа: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/57536>. – Название с экрана.
5. Боев В. М. Гигиеническая оценка формирования суммарного риска популяционному здоровью на урбанизированных территориях / В. М. Боев, В. И. Дунаев, Р. М. Шагеев, Е. Г. Фролова // Гигиена и санитария. – 2007.

– № 5. – С. 12–14.

6. Лямцев О. В. Організаційно-економічний інструментарій управління екологозбалансованим розвитком автотранспортного комплексу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.06 "Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища" / О. В. Лямцев. – Суми, 2012. – 20 с.

7. Бутенко О. С. Механізм визначення кількісних характеристик рівня концентрації забруднюючих речовин викидами автомобільного транспорту [Електронний ресурс] / О. С. Бутенко, В. О. Охарев // Екологічна безпека та природокористування: збірн. наук. праць. – К. – 2009. – Вип. 3. – С. 14–33. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/19359>. – Название с экрана.

8. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 [Электронный ресурс]:[Сайт]. – Режим доступа: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/ru/tssts-2-1.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/ru/tssts-2-1.html). – Название с экрана.

9. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навч. посіб. / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун – К.: Арістей, 2006. – 292 с.

10. Расчетный мониторинг распространения выбросов автомобильного транспорта в крупном промышленном городе / Гольдфейн М. Д., Кожевников Н. В., Кожевникова Н. И., Фетисова Н. А. // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 4 – С. 35–36. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.rae.ru/use/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=4168](http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=4168). – Название с экрана.

11. European Commission. Climate Action [Электронный ресурс]:[Сайт]. – Режим доступа: [http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/documentation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/documentation_en.htm). – Название с экрана.

УДК 504.628.5:621.74

Борш А. Т. Науч. рук. Сидорская Н. В.

## **Экологические проблемы литейного производства: анализ и возможности решения**

Белорусский национальный технический университет

Литейным производством называют процессы получения фасонных изделий (отливок) путем заливки расплавленного металла в полую форму, воспроизводящую форму и размеры будущей детали. После затвердевания металла в форме получается отливка – заготовка или деталь. Отливки широко применяют в машиностроении, металлургии и строительстве.

Наиболее распространенным и относительно простым способом получения отливок является литье в разовые песчано-глинистые формы. Разовые песчано-глинистые формы могут быть приготовлены либо непосредственно в почве по шаблонам, либо в специальных ящиках-опоках по моделям.

Технологический процесс производства отливок в опочных формах представлен на рисунке 1.

Важнейшими литейными сплавами являются чугун (серый, высокопрочный), сталь (углеродистая, легированная), медные (бронза, латунь), алюминиевые, магниевые, цинковые и другие сплавы.

Плавка чугуна производится преимущественно в вагранках и шахтных печах. Наиболее перспективными плавильными агрегатами являются индукционные печи для выплавки чугуна. Для литья из углеродистой и низколегированной стали применяются кислые и основные мартеновские печи емкостью до 80 т. Для получения мелких и средних отливок из углеродистой и низколегированной стали используются электродуговые

печи. Сплавы цветных металлов плавятся в тигельных, пламенных, электрических отражательных, индукционных, вакуумно-дуговых, вакуумных электронно-лучевых печах.

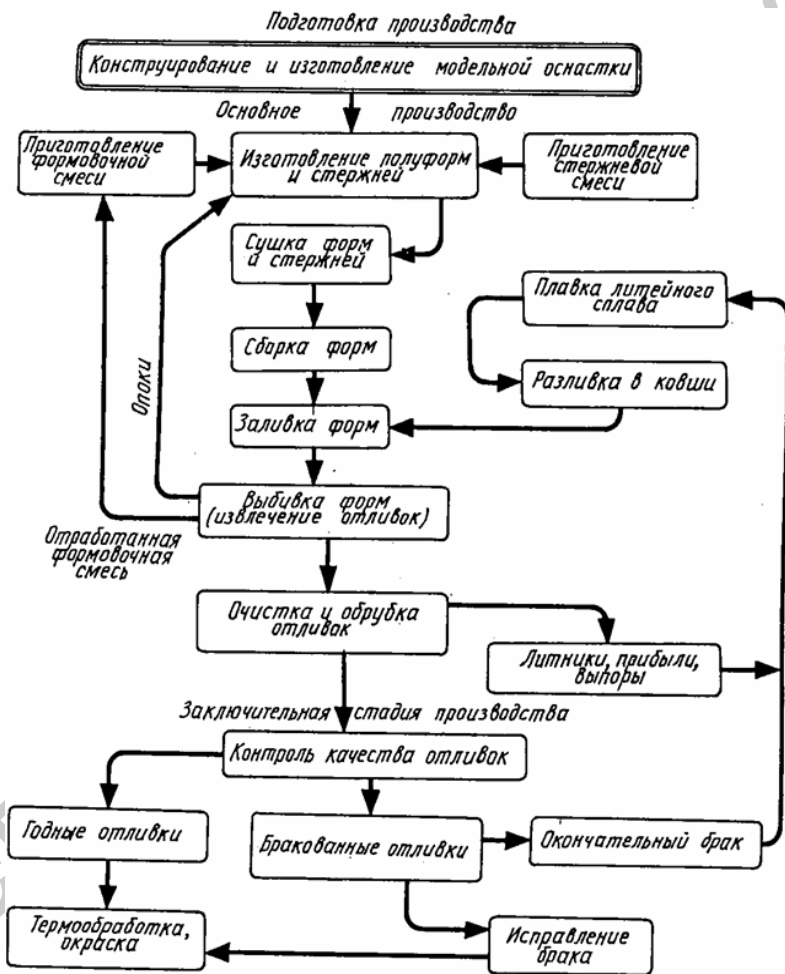


Рис.1 – Технологический процесс производства отливок в опочных формах

С экологической точки зрения литейное производство является одним из самых опасных. Отходы литейного производства, выбросы в атмосферу и сбросы в водоемы отрицательно влияют на окружающую среду. Наиболее крупными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются: вагранки, электродуговые и индукционные печи, участки складирования и переработки шихты и формовочных материалов. При производстве одной тонны отливок из стали и чугуна выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других загрязняющих веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов), в водный бассейн поступает до 3 м<sup>3</sup> сточных вод, и вывозится в отвалы до 6 т отработанных формовочных смесей.

Основным отходом производства при литье в песчаные формы является горелый формовочный песок, при хранении которого на свалке происходит пыление и загрязнение окружающей среды. Кроме того, выбрасывание отработанных формовочных смесей в отвалы экономически нецелесообразно. Для решения этой проблемы нужно проводить регенерацию (удаление пыли, мелких фракций, глины, потерявших связующие свойства под влиянием высокой температуры при заполнении формы металлом). Регенерированный песок поступает на дальнейшее использование. Также отработанную формовочную смесь применяют при производстве шлакоблока.

При отдельном складировании или захоронении полигоны отработанных смесей следует располагать в обособленных, свободных от застройки местах, исключая возможность загрязнения населенных пунктов. Полигоны должны размещаться на участках со слабо фильтрующими грунтами (глина, суглинок, сланцы).

В то же время без литейного производства невозможно представить себе современную промышленность. Поэтому необходимо проведение следующих мероприятий по предотвращению и уменьшению негативного воздействия данного производства на окружающую среду:

- замена вагранок индукционными печами низкой частоты (при этом количество выбросов уменьшается в разы);
- внедрение в производство малотоксичных и нетоксичных составов смесей;
- установка эффективных систем улавливания и нейтрализации выбрасываемых загрязняющих веществ);
- отладка эффективной работы вентиляционных систем;
- применение современного оборудования с пониженной вибрацией;
- регенерация отработанных смесей на местах их образования.

#### Библиографический список

1. Ченцова И. В., Вашука В. В. Основы технологии важнейших отраслей промышленности. Учебное пособие для вузов. – Мн.: Высшая школа, 1989. – 198 с.
2. Дорожко С.В., Малькевич Н.Г., Морзак Г.И. Технические основы охраны окружающей среды. – Мн.: БНТУ, 2012. – 288 с.
3. Технология литейного производства [Интернет-ресурс] [http://referatyk.com/metallurgiya/5747-tehnologiya\\_liteynogo\\_proizvodstva.html?pn=1](http://referatyk.com/metallurgiya/5747-tehnologiya_liteynogo_proizvodstva.html?pn=1)
4. Отходы литейного производства [Интернет-ресурс] <http://www.studfiles.ru/preview/1800269/>



УДК 613.1

Волчек Ю.А. Науч. рук. Назарова М.А.

## **Медицинские аспекты действия геомагнитных факторов**

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Геомагнитные факторы участвуют в регуляции процессов жизнедеятельности организма. Особое значение в адаптации к изменению их активности имеет оптимальный уровень кровообращения, определяемый функцией сердца, состоянием стенок сосудов и реологией крови. Изучение влияния геомагнитных факторов на гемореологические параметры крови может помочь в профилактике роста сердечно-сосудистых заболеваний.

Целями данной работы явились: изучить влияние геомагнитных факторов на гемостатические параметры крови; дать сравнительную оценку динамики изменения гемореологических параметров крови в дни магнитных бурь и в обычные дни; определить связь между гемостатическими показателями и возмущенностью магнитосферы Земли.

На базе УЗ «3-ая городская клиническая больница имени Е. В. Клумова» в определенные календарные дни октября 2015 года, соответствующие датам максимального и минимального возмущения магнитосферы Земли по данным сайта Space Weather Prediction Center, NOAA, было проведено лабораторное исследование анализов крови у пациентов с различными заболеваниями сердечно-сосудистой системы в возрасте от 20 до 50 лет. Проведен анализ полученных данных и выполнен математический обсчет с последующим построением линейных диаграмм.

Результаты:

1. Уменьшение показателя АЧТВ (активированное частичное тромбопластиновое время) относительно среднего значения для выборки значений в период геомагнитных бурь составило 5,6%, для ПВ (протромбиновое время) – 4,7%, ТВ (тромбопластиновое время) – 3,2%.

2. Отклонение показателей, характеризующего содержание антитромбина в период магнитных бурь, равно 1,9%, протеина С – 3,3%, пламиногена – 3,2%, Протеина S – 6,8%.

3. Концентрация Д-димеров во время максимальной активности магнитосферы на 20,5% превышает среднее значение в сравнении с обычными днями, также как и концентрация фибриногена, увеличение которого составляет 3%.

4. Изменение общего количества эритроцитов и лейкоцитов до и во время магнитных бурь незначительно. В среднем оно составляет  $4,4 \pm 0,1$  в первом случае и  $6,5 \pm 0,5$  во втором.

5. Во время геомагнитных бурь зафиксировано увеличение количества тромбоцитов на 4% относительно среднего значения в период исследуемых дней.

6. Повышенное значение показателя PDW свидетельствует о гетерогенности популяции тромбоцитов по размерам до и во время геомагнитных бурь, а также возможной вероятности развития патологической агрегации.

Выводы:

1. С достоверной вероятностью (коэффициент Манна-Уитни равен 1) определена статистически значимая ( $p < 0,05$ ) корреляционная связь между гемостатическими показателями и возмущенностью магнитосферы Земли.

Полученная связь свидетельствует о возможных патологических сдвигах в период геомагнитных бурь, нарушающих микроциркуляцию крови и правильное функционирование системы гемостаза, что, в конце концов, способно привести к капиллярной гипоксии в различных органах, в первую очередь, в сердце и головной мозг.

2. Здоровый организм способен включить свои компенсаторные механизмы адаптации, и поэтому отрицательных сдвигов в системе микроциркуляции не происходит. Однако, любое из расстройств, возникающее в организме человека, создает благоприятную почву для развития патологических процессов, таких как тромбоз и инфаркт, во время действия геомагнитных факторов.

3. При целостности intima сосудистого русла и оптимальности функционирования сердца изменения гемореологических параметров, связанных с магнитными возмущениями, носят обратимый характер.

4. Геомагнитные факторы влияют на изменение состояния здоровья, поэтому важно в качестве профилактики их неблагоприятного действия придерживаться общепринятых рекомендаций.

#### Библиографический список

1. Методы нелинейного анализа в кардиологии и онкологии: Физические подходы и клиническая практика. Вып. 2 / под ред. Р. Р. Назирова. – М.:КДУ, 2010. Д – 206 с.
2. Schwenn, R. Space Weather: The Solar Perspective // Living Reviews in Solar Physics. О – 2010.
3. Стожаров А. Н. Медицинская экология : учеб. пособие / А. Н. Стожаров. – Минск : Выш. Шк., 2007. – 368 с.

УДК 504.054

Волынец В.В., Голуб А.В. Науч. рук. Кузьмина О.Н.  
**Биохимическая функция аскорбиновой кислоты в  
организме. Содержание витамина С в соках**

Белорусский национальный технический университет

Для человеческого организма важны все витамины, но особое место по своей биохимической значимости для здоровья человека занимает витамин С (аскорбиновая кислота).

Аскорбиновая кислота участвует в создании окислительно-восстановительного потенциала в клетке и тем самым влияет на активность ряда ферментов. Витамин С защищает гемоглобин, препятствуя его окислению, принимает участие в синтезе коллагена, способствует биосинтезу хондроитинсульфатов соединительной ткани, участвует в обмене тирозина, в образовании желчных кислот, участвует в синтезе фолиевой кислоты и через нее влияет на обмен нуклеиновых кислот и превращение рибозы в дезоксирибозу, участвует в окислении и выведении из организма холестерина, и тем самым играет важную роль в предупреждении нарушений липидного обмена, ведущих к развитию атеросклероза, косвенно активизирует кроветворение и регенераторные процессы, увеличивает всасывание железа. В коре надпочечников аскорбиновая кислота используется в биосинтезе кортикостероидных гормонов. Витамин С действует как главный водорастворимый антиоксидант и может ингибировать образование нитрозоаминов при приеме пищи, обезвреживать многие токсические вещества (соединения мышьяка, цианидов, свинца, бензола). Она принимает участие в образовании в почках активных форм витамина D. При недостатке аскорбиновой кислоты этот

процесс нарушается, и витамин D не может проявить свойства, способствующие профилактике рахита и нормальному развитию и восстановлению костно-мышечных тканей.

Клинические симптомы недостаточности витамина C сначала проявляются быстрой утомляемостью, анемией, головокружением, резким снижением сопротивляемости организма инфекциям, затем кровоточивостью десен, кровоизлияниями в подкожную клетчатку, нарушением сердечной деятельности.

Суточная потребность человека в витамине C зависит от многих причин: от возраста, пола, выполняемой работы, состояния беременности или кормления грудью, климатических условий, вредных привычек, физических нагрузок и т.д.

Средневзвешенная норма физиологических потребностей составляет 60-100 мг в день. Обычная терапевтическая доза составляет 500-1500 мг ежедневно.

Организм человека не вырабатывает и не накапливает витамин C, необходимое количество этого вещества мы получаем с пищей. Поэтому важно знать содержание витамина C в продуктах питания.

Витамин C – неотъемлемая часть соков промышленного производства, он является также консервантом, предотвращающим окисление продукта, что может послужить причиной его избыточного количества в выпускаемом продукте у недобросовестных производителей. Поэтому мы решили проанализировать соки разных производителей на содержание витамина C.

Анализ содержания аскорбиновой кислоты был проведен методом титрования раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола. Сущность метода заключается в способности аскорбиновой кислоты восстанавливать индикатор – натриевую соль 2,6-дихлорфенолиндофенол,

окисляясь при этом в дегидроаскорбиновую кислоту (реакция Тильманса).

Для выполнения эксперимента нами были отобраны соки следующих производителей: «Sandora», «Добрый», «ABC», «Rich» и свежевыжатый.

В результате проведенного анализа соков, были получены следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 – содержание витамина С (мг/100 мл)

Содержание витамина С		Проба №1 (Сок «Rich»)		Проба №2 (Сок «Sandora»)		Проба №3 (Сок «Добрый»)		Проба №4 (Сок «ABC»)		Проба №5 (Свежевыжа- тый сок)	
		Ябл.	Апел.	Ябл.	Апел.	Ябл.	Апел.	Ябл.	Апел.	Ябл.	Апел.
Условия эксперимента											
t = 0 ч		3,15	35.1	2,16	23.4	2,16	9.18	2,25	21.6	2,52	43.65
t = 1 ч	18°	2,25	32.85	2,07	21.6	1,8	8.46	1,8	20.7	2,25	39.15
	5°	2,25	31.05	1,8	19.34	1,8	8.55	1,8	20.7	2,52	39.6
t = 2 ч	18°	1,8	32.4	1,62	19.34	1,35	8.28	1,8	20.7	1,8	37.35
	5°	1,8	31.5	1,62	19.34	1,8	8.55	1,8	19.35	1,8	37.8
t = 24 ч	18°	0,9	31.5	0,9	20.7	0,9	7.02	0,9	18.9	0,9	37.3
	5°	1,71	31.5	1,35	19.34	1,35	8.1	1,35	19.35	1,71	37.8

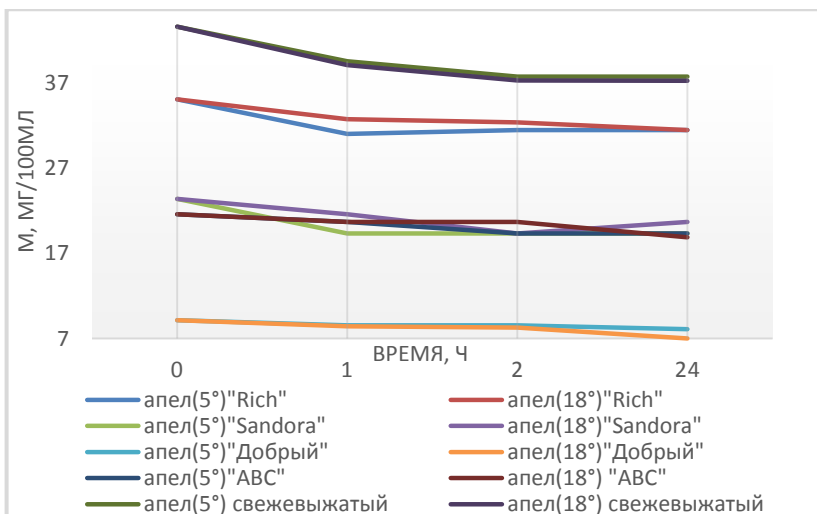


Рис. 1 – Содержание витамина С в апельсиновом соке

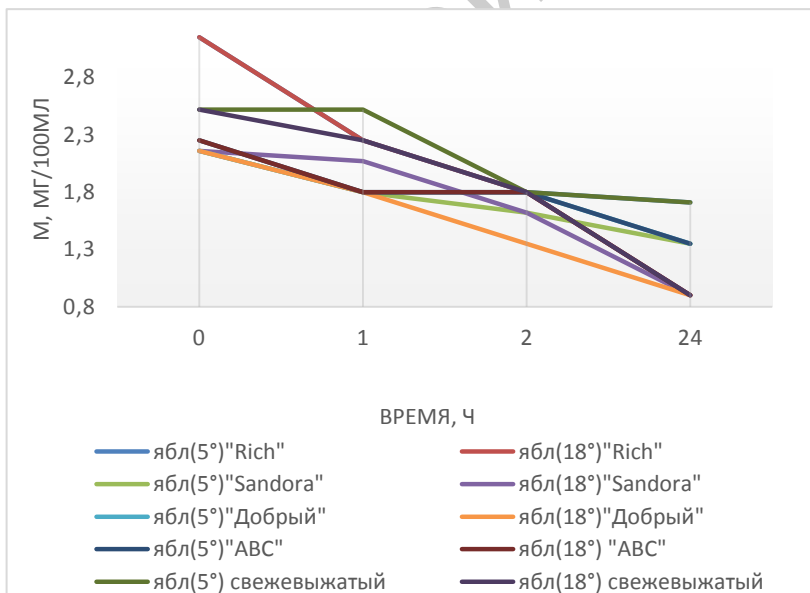


Рис. 2 – Содержание витамина С в яблочном соке

Установлено, что содержание витамина С в консервированных соках в 1,5 – 2 раза меньше, чем в свежесокотом апельсиновом соке. Незначительное содержание аскорбиновой кислоты в яблочных соках. Наибольшее количество этого витамина содержится в соке «Rich». При хранении при комнатной температуре содержание аскорбиновой кислоты снижается быстрее, чем при охлаждении. Суточное снижение витамина С составляет 10 - 15 % при хранении в холодильнике и 20 - 30 % при комнатной температуре. Аскорбиновая кислота в свежесокотом соке разрушается медленнее, чем в консервированных.

#### Библиографический список

1. Комов В.П., Биохимия. Учебник для Вузов / В.П. Комов В.Н. Шведова – М.: Дрофа, 2004, 2006, 2014 - 638 с.
2. Юрин В.М. Основы ксенобиологии / В.М. Юрин - Минск: Новое Знание. 2002, - 266 с.
3. Гриц М.А. Основы токсикологии / М.А. Гриц, Н.В. Гриц – Минск: БГТУ, 2002. - 189 с.
4. Лойт А.О. Общая токсикология / А.О. Лойт– С-Пб: 2005 - 224 с.
5. Биохимия: Учеб. для вузов, Под ред. Е.С. Северина – М: ГЭОТАР-МЕД 2003.- 779 с.
6. Дорошко С.В. Основы биохимии и токсикологии / С.В. Дорошко, В.А. Левданская, О.Н. Кузьмина - Минск: БНТУ, 2007 – 146 с.
10. Куценко С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко - М: Фолиант, 2004 - 570 с.



УДК 502.654

Клещенко В.В. Науч. рук. Басалай И. А.

## **Методы пылегазоочистки и оборудование, используемые при производстве керамических материалов**

Белорусский национальный технический университет

При производстве керамических материалов наблюдаются значительные выбросы пыли и газов в атмосферный воздух.

Для снижения выбросов используются мокрые и сухие методы пылегазоочистки.

При реализации методов и способов пылегазоочистки применяется плоскорукавные фильтры, пылеуборочные установки, локальные аспирационные установки, отстойные газоотходы, пылеосадительные камеры, жалюзийные пылеуловители с большим числом щелей, циклоны различных типов: батарейные циклоны, вращающиеся пылеуловители (ротоклоны) и т.д.

В настоящее время для очистки газов от механических примесей используют мокрый и сухой методы очистки. Мокрый метод получил меньшее распространение ввиду необходимости наличия значительного запаса воды, достаточно большой энергоемкости, забивания аппаратов влажной пылью, большого гидравлического сопротивления. Гораздо более распространены различные реализации сухого способа очистки газов, требующие использование фильтрующих установок специфической конструкции, особенно при очистке отходящих газов с температурой до 1000°C.

Повышенные требования к таким установкам связаны с термической стойкостью керамических фильтрующих элементов, их устойчивостью против

химического и коррозионного воздействия компонентов отходящих газов, а необходимая периодическая очистка поверхности фильтрующего элемента путем регенерации обратным потоком холодных газов снижает производительность установок и создает неуправляемые условия напряженного состояния в материале фильтрующего элемента, приводящие к частой его замене.

Гравитационное осаждение основано на осаждении взвешенных частиц под действием силы тяжести при движении запыленного газа с малой скоростью без изменения направления потока. Процесс проводят в отстойных газоходах и пылеосадительных камерах.

Схематично конструкция камеры показана на рисунке 1.

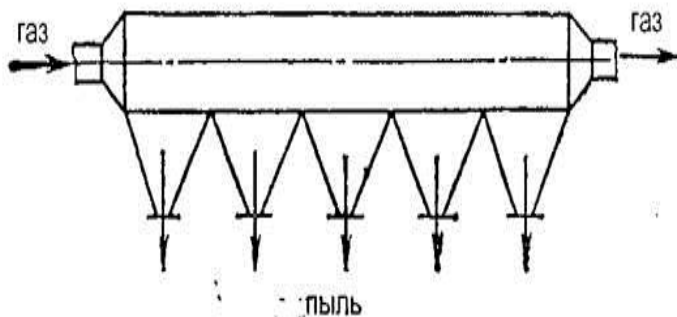


Рис. 1 – Простейшая схема пылеосадительной камеры

Инерционное осаждение основано на стремлении взвешенных частиц сохранять первоначальное направление движения при изменении направления газового потока (рис. 2).

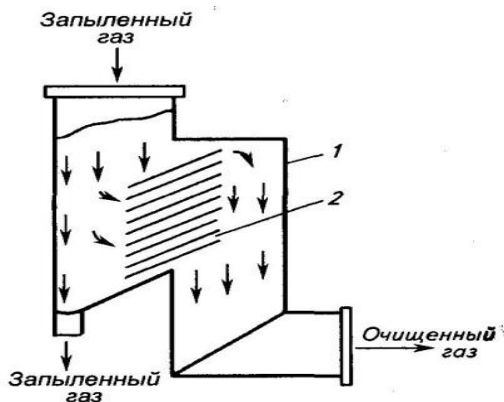


Рис. 2 – Схема жалюзийного пылеуловителя с большим числом щелей

Центробежные методы очистки газов основаны на действии центробежной силы, возникающей при вращении очищаемого газового потока в очистном аппарате или при вращении частей самого аппарата.

Метод абсорбции заключается в поглощении отдельных компонентов газообразной смеси абсорбентом (поглотителем) в качестве которого выступает жидкость. В качестве абсорбентов применяют воду, растворы аммиака, едких и карбонатных щелочей, солей марганца, этаноламины, масла, суспензии гидроксида кальция, оксидов марганца и магния, сульфат магния и др.

Абсорбционная очистка – непрерывный и, как правило, циклический процесс, так как поглощение примесей обычно сопровождается регенерацией поглотительного раствора и его возвращением в начальный цикл очистки.

Приведем примеры современных наиболее эффективных технических решений– это фильтровальная установка для очистки горячих газов и фильтр для очистки газов от пыли представленные соответственно на рисунках 3 и 4.

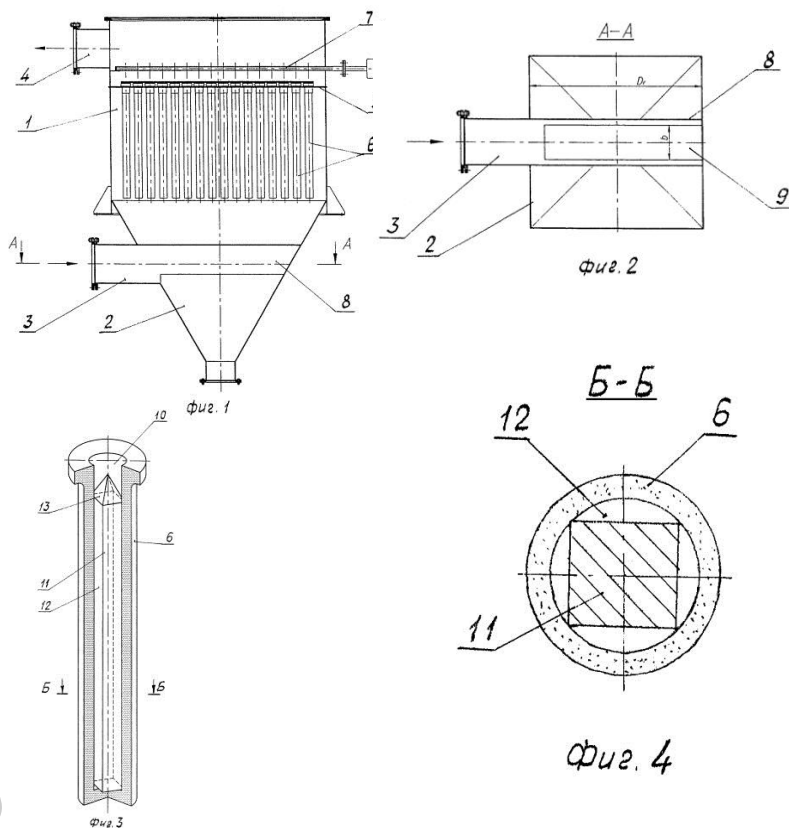


Рис. 3 – Фильтровальная установка для очистки горячих газов [2]

Фильтровальная установка содержит корпус (1), конический бункер (2), подводной газовый канал (3), канал для отвода очищенного газа (4), разделительную решетку (5), керамические фильтрующие элементы (6), систему импульсной регенерации (7), консольную часть подводного газового канала (8), щель консольной части подводного газового канала (9), внутренний объем керамического элемента (10), многогранную керамическую вставку (11), сегментные каналы (12), пирамиду вставки (13).

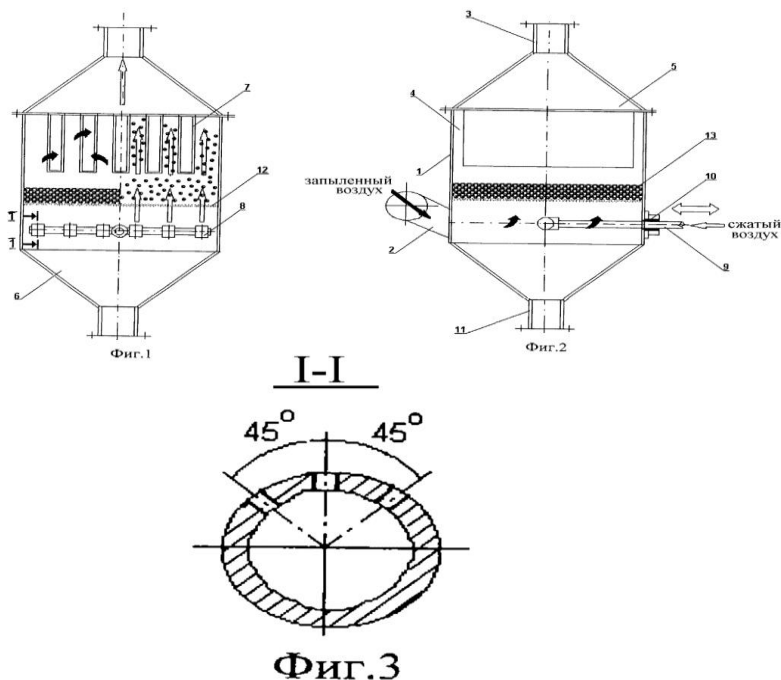


Рис. 4 – Фильтр для очистки газов от пыли [3]

Отличительной особенностью данного пылеуловителя является повышенный эффект регенерации при псевдоожижении вспомогательного фильтровального слоя и увеличение пылеемкости фильтра.

Регенерируемый фильтр содержит корпус 1 с подводящим коллектором 2 и отводящим патрубком 3, камеры 4 и 5 загрязненного и очищенного газа, бункер уловленной пыли 6. Конструкция фильтра позволяет легко монтировать и демонтировать фильтрующие элементы 7.

В корпусе фильтра размещено распределительное устройство 8 на подвижном патрубке 9. Для предотвращения побочного подсоса воздуха в месте прохода патрубка в корпус фильтра предусмотрено уплотнение 10. В пространстве между фильтровальными элементами 7 и распределительным устройством 8 установлена опорная решетка 12 с насыпным зернистым слоем 13. В качестве насыпного материала можно использовать сферические гранулы резины, пластмассы, фракционированный песок и т.п.

Наиболее надежным и самым экономичным способом охраны биосферы от вредных газовых выбросов является переход к безотходному производству, или к безотходным технологиям (малоотходными) имеющими незначительные выбросы и сбросы, при которых ущерб природным экосистемам будет минимален.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://studopedia.ru/2\\_67227\\_mehanicheskaya-ochistka-gazov.html](http://studopedia.ru/2_67227_mehanicheskaya-ochistka-gazov.html)
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2283687.html>
3. Патент РФ 2205678. Фильтр для очистки газов от пыли /Энтин С.В., Панов С.Ю., Анжеуров Н.М., Красовицкий Ю.В., Панова О.А.. Оpubл 10.06 2013 г.

УДК 514.18

Кофанов А. Е. Науч. рук. Холковский Ю. Р., Ремез Н. С.

## **Прогнозирование изменений природных и природно-техногенных систем дискретно-интерполяционным методом**

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт" (НТУУ "КПИ")  
Национальный авиационный университет Украины (НАУ)

Моделирование, прогнозирование и контроль состояния экосистем, а также отдельных компонентов окружающей среды – сложные, однако чрезвычайно актуальные задания. При этом следует учитывать, что все природные и природно-техногенные системы тесно связаны между собой, а поэтому нет принципиальной возможности точно описать изменения в каждой конкретной экосистеме.

В данном исследовании предлагается использование метода геометрического моделирования сложных многопараметрических процессов и сред как эффективного метода прогнозирования экологической безопасности определенной территории.

Очевидно, что и природные, и природно-техногенные системы не поддаются простому аналитическому описанию, а, следовательно, нет возможности создать их континуальную модель. Поэтому, по нашему мнению, рациональным будет использование дискретных геометрических моделей в виде дискретных численных массивов, элементами которых являются заданные компоненты экосистемы.

Получение таких моделей возможно на основе дискретно-интерполяционного метода с применением интерполяционных полиномов Лагранжа [1]. При этом авторами предлагается в качестве узлов интерполяции

принять такие математические объекты, как линии, поверхности и, возможно, даже целые процессы или системы, которые представлены в виде некоторых функционалов как совокупности их свойств и параметров. Отметим, что такой подход в моделировании экологических систем и сред в литературе практически отсутствует.

Однопараметрические множества, полученные таким образом, являются дискретными математическими моделями процессов, экосистем и сред. При этом элементом таких множеств будет некоторая дискретная функция, которая, в общем случае, может быть представлена как дискретный численный массив, размерность которого может изменяться.

Интерполирование таких функций сводится к размещению в узлах интерполяции уравнений или дискретных массивов с дальнейшим получением некоторого функционала с вектором параметров, включающим интерполяционный параметр; координатные переменные; а также параметры, характеризующие форму и положение объектов; компоненты и параметрические характеристики экологических процессов, систем и сред.

Существенным является тот факт, что такой подход позволяет включить в однопараметрическое множество системы и процессы, которые имеют различную структуру и даже разные свойства. Поэтому использование дискретно-интерполяционного метода для моделирования сложных природных и природно-техногенных систем и сред, которые характеризуются большим количеством разнокачественных параметров, по нашему мнению, является перспективным.

Согласно предлагаемого метода, интерполяционный полином Лагранжа имеет вид:



$$\Phi(u)_n = \sum_{i=0}^{n-1} F_i(p_1, p_2, \dots, p_m) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j}, \quad (1)$$

где  $u$  – параметр интерполяции,  $F(p_1, p_2, \dots, p_k)$  – узловая функция,  $p_1, p_2, \dots, p_k$  – параметры узловой функции, а именно: экологические разноструктурные и разнокачественные параметры (например, показатели загрязнения, уровень концентрации вредных веществ, учет природных особенностей среды и т. п.),  $n$  – количество узлов интерполяции.

Поскольку экосистемы, как уже говорилось, являются сложными многокомпонентными системами, то становится очевидным, что целесообразно использовать двухмерную или даже  $n$ -мерную интерполяцию. В таком случае через узлы интерполяции будет проходить определенная гиперповерхность, которая является многочленом  $n$  переменных, а формула (1) будет иметь аналогичный вид (с учетом  $n$ -мерности).

В качестве узла интерполяции предлагается использовать дискретно-интерполяционную экоматрицу, которая определится как некоторый функционал вида:

$$F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m) = M [i, j]$$

В данном случае  $M [i, j]$  – узловая дискретно-интерполяционная экологическая матрица [2], которая может быть использована в выражении  $\Phi(p_{i,j})$ . Следовательно, полученное выражение  $\Phi(p_{i,j})$ , являющееся обобщенной дискретно-интерполяционной экоматрицей, и есть дискретная геометрическая модель определенной экосистемы или среды.

Таким образом, предлагаемый нами подход дает возможность не только моделировать сложные экологические системы, процессы и среды, но и позволяет

спрогнозировать состояние и поведение определенных экосистем в реальных условиях.

Библиографический список

1. Холковський Ю. Р. Моделювання багатопараметричних процесів та систем на основі дискретно-інтерполяційного підходу в екології // Праці VIII Всеукр. наук. Таліївських читань. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – С. 204–208.
2. Холковський Ю. Р. Дискретно-інтерполяційна екоматриця як геометрична модель багатопараметричних процесів та систем в екології // Праці Таврійського держ. агротехнол. ун-ту: «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Мелітополь: ТГАТУ, 2012. – Вип. 4 – Т. 55. – С. 308–311.

УДК 378.6.147:54

Кофанов А. Е. Науч. рук. Ремез Н. С.

### **Уменьшение воздействия автотранспортных средств на окружающую природную среду методом регулирования свойств моторных топлив**

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт" (НТУУ "КПИ")

Технический регламент требований к автомобильным бензинам, дизельному, судовым и котельным топливам [1] предусматривает такое трактование термина "присадка". Это вещество (или смесь веществ), которую добавляют к моторному топливу с целью придать ему специальных качеств или улучшения его эксплуатационных и физико-химических свойств без ухудшения экологических характеристик.

Последнее условие является актуальным, поскольку

регламентом, например, запрещено использование в автомобильных бензинах экологических классов Евро 3–5 присадок, имеющих в своем составе фосфор, соединения свинца и железа, а также ароматические амины (в частности, монометиланилины, моноэтиланилины и т. п.). Важным при подборе компонентов комплексной присадки является учет их совместимости между собой, а также с маслами, топливом и т. д.

Исследователи отмечают [2], что при использовании некоторых сложных присадок к топливу в нем возможны процессы автоокисления кислородом воздуха. Кроме того, при высокой температуре не исключены химические взаимодействия между самими компонентами присадки, что может привести к уменьшению стабильности топлива, накоплению побочных продуктов, а также к коррозии металлических конструкций и емкостей для хранения топлива. А наличие в составе присадок соединений азота и/или металлоорганических соединений способствует повышению концентрации оксидов азота и других вредных веществ в отработавших газах автомобиля [2].

Присадки, в зависимости от их химической природы, способны по-разному влиять на нативные свойства нефтепродуктов. В частности, в исследовании, проводимом в ОНИЛ "Реактор" ОКБ "Шторм" НТУУ "КПИ", для разработки многофункциональной присадки к дизельному топливу использовались неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ) и антиоксиданты (АО) [3].

Как показали исследования, ПАВ способствуют изменению дисперсной структуры нефтепродуктов, вследствие чего изменяются и их физико-химические характеристики [4], а антиоксиданты предотвращают нежелательные химические взаимодействия, способные значительно ухудшить качественные показатели топлива.

Композиционный состав присадки подбирался таким

образом, чтобы топливо с присадкой не только способствовало экономии горючего и улучшению экологических характеристик автотранспортного средства, но и соответствовало действующим стандартам [5]. В качестве поверхностно-активного компонента присадки были выбраны представители полигликолевых эфиров жирных карбоновых кислот,  $\text{RCOO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ . А как АО выбран 2,6-дитретбутил-4-метилфенол ("Ионол",  $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}$ ). При этом особое внимание уделялось способности всех компонентов присадки к биологическому разложению; учитывалась также и их термическая стабильность.

Вредные вещества, в том числе и канцерогенные, при работе автотранспортных средств могут попадать в окружающую среду несколькими путями. При этом считается, что основное их количество выбрасывается с отработавшими газами автомобиля или образуется в атмосфере за счет вторичных процессов.

Кроме того, вредные вещества выделяются в атмосферный воздух из системы вентиляции картера (так называемые картерные газы) и при испарении неизрасходованного топлива из топливной системы или топливного бака [6, 7]. Следовательно, и в этом случае применение метода изменения физико-химических показателей моторного топлива присадками разного химического строения и функционального назначения, является перспективным направлением.

#### Библиографический список

1. Технічний регламент щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив, затверджений Постановою КМУ від 1 серпня 2013 р. № 927 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/927-2013->

%D0%BF. – Название с экрана.

2. Пат. 2365617 РФ, МПК С 10 L 10/10. Октаноповышающая добавка к бензину / С. Д. Варфоломеев, Г. Г. Макаров, Г. А. Никифоров, В. Б. Вольева, Л. И. Трусков; заявитель и патентообладатель Учреждение РАН Ин-т биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН (ИБХФ РАН) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/236/2365617.html>. –

Название с экрана.

3. Роїк І. В. Покращення експлуатаційно-екологічних характеристик автомобільних бензинів за допомогою поверхнево-активних присадок / І. В. Роїк, О. В. Кофанова, О. І. Василькевич, М. Б. Степанов // Енергетика : економіка, технології, екологія: наук. журнал. – № 2 (27). – 2010. – С. 80–85.

4. Кофанова О. В. Заходи з поліпшення екологічних характеристик моторного палива / О.В. Кофанова, О. С. Кофанов // Науково-технічна інформація, 2015. – № 2 (64). – С. 53–58.

5. Основы химмотологии и физико-химические методы анализа. Часть 2. Определение физико-химических характеристик дизельных топлив: методич. указания к лабораторным работам [для студ. любой формы обуч. технич. и эколого-химич. спец.] / Сост. С. В. Корнеев, О. П. Азарова, Е. Г. Шубенкова, Л. В. Адяева и др.]. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 52 с.

6. Андронов В. А. Екологія: навч. посіб. [для самостійної роботи студ.] / В. А. Андронов, Ю. В. Буц, О. В. Крайнюк, В. В. Коврегін. – Харків: УЦЗ4, 2008. – 382 с.

7. Химмотология: навч.-метод. посіб. / [С. В. Бойченко, Н. М. Кучма, В. В. Єфименко, О. С. Тітова та ін.] – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 156 с.

УДК 504.628.5:678.5

Красноярская П.Ф. Науч. рук. Сидорская Н.В.  
**Экологические аспекты технологии производства  
пластиковой упаковки**

Белорусский национальный технический университет

Достижения в области химической технологии и переработки пластмасс, эластомеров и композиционных материалов оказывают существенное влияние на ускорение научно-технического прогресса в различных областях науки и производства. Современная технология и переработка полимеров и композитов охватывает широкий круг производств и технологических процессов. Они включают в себя технологию пластических масс, технологию переработки пластмасс, технологию эластомеров, технологию производства резиновых изделий, технологию композиционных материалов. Пластмассы - это ресурс, который заменяет при изготовлении множества различных изделий натуральный, обычно дорогостоящий материал (из истощаемых природных ресурсов) искусственным, обычно более дешевым (который может перерабатываться и вторично использоваться).

Существует три основных технологии получения изделий из пластмасс и пластиковой упаковки, это – экструзия с раздувом, литье под давлением и инъекция с раздувом.

Основными материалами при изготовлении изделий из пластмасс являются полипропилен, полиэтилен, полистирол, сополимеры стирола. Применяется несколько видов оборудования: экструзионно-выдувное

оборудование, оборудование литья под давлением, установки для инъекции с раздувом. Для измельчения бракованных изделий и отходов пластмасс используются дробилки, после чего дробленка может использоваться как вторичное сырье.

Экологическими аспектами производства пластмасс являются негативное воздействие на атмосферу и охрана атмосферного воздуха, а также образование на предприятиях по производству пластиковой упаковки ряда отходов.

Опасными веществами, выбрасываемыми в атмосферу в ходе технологического процесса изготовления пластиковой упаковки, являются: диоксид углерода (4 класс опасности), уксусная кислота (3 класс опасности), ацетальдегид (3 класс опасности), формальдегид (2 класс опасности), винилбензол (2 класс опасности). Наибольшую опасность представляет диоксид углерода, так как увеличение содержания его в атмосферном воздухе приводит к возникновению парникового эффекта, что является глобальной экологической проблемой. Уксусная кислота, ацетальдегид и формальдегид являются взрывоопасными веществами и вызывают ряд негативных воздействий на организм человека. Уксусная кислота в результате реакций взаимодействия с окислителями и основаниями также оказывает агрессивное действие на металлы с образованием горючего газа водорода, на некоторые виды пластиков, резины и других покрытий. Винилбензол является ядом общетоксического действия, обладает раздражающим мутагенным и канцерогенным эффектом и имеет неприятный запах; опасен для организма человека.

Основными отходами, образующимися в процессе производства изделий из пластмасс являются: полистирол, сополимеры стирола, остатки и смеси полимерных

материалов, отходы полиэтилена высокого давления (слитки, обрезки, брак), полиэтилен низкого давления, отходы полипропилена, полиэтилентерефталат (лавсан) пленки, ПЭТ-бутылки, прочие отходы пластмасс затвердевшие (PETg), а также ряд других производственных отходов (отработанные аккумуляторы и ртутные лампы, опилки промасленные, пыль циклонов, синтетические и минеральные отработанные масла, обтирочный материал, деревянная тара, абразивная пыль, отходы бумаги и картона, упаковка, различные металлические стружки, лом, отходы жизнедеятельности предприятия, изношенная спецодежда, смет от уборки территорий).

Основные отходы могут перерабатываться с помощью дробления и грануляции и снова использоваться в технологическом процессе как вторичное сырье. Другие производственные отходы собираются в специально отведенных местах для временного хранения, затем по мере накопления вывозятся личным автотранспортом предприятия, либо транспортом специализированной организации по вывозу отходов (в соответствии с заключенным договором) на полигон для захоронения твердых отходов или их обезвреживания.

Так как производство изделий из пластмасс играет важную роль в современном мире, необходимо предпринять ряд мероприятий для снижения негативного воздействия данного производства на окружающую среду.

Основными мероприятиями снижения негативного воздействия производства пластиковой упаковки на окружающую среду являются:

- санитарная очистка стиролсодержащих газов (способ каталитического окисления выбросов, адсорбционное извлечение стирола из загрязненного воздуха, пылеуловители);



– обезвреживание газовых выбросов, содержащих фенол, формальдегид и метанол методами абсорбции и адсорбции, хемосорбции, блочным методом, обесфеноливанием выбросов, путем окисления отработанных газов;

– при образовании пыли применение рукавных и волокнистых фильтров, и ряда моделей других фильтров;

– снижение класса опасности образованных отходов путем применения сорбентов и сортировки;

– использование отходов в качестве вторичного сырья.

Таким образом, разработка организационных и технических мероприятий по снижению негативного воздействия технологии производства пластиковой упаковки на окружающую среду позволит совершенствовать управление экологической безопасностью процесса.

#### Библиографический список

1. Ревяко М.М. Оборудование для переработки пластических масс. – Мн.: БГТУ, 2005. – 174 с.
2. Дорожко С.В., Малькевич Н.Г., Морзак Г.И. Технические основы охраны окружающей среды. – Мн.: БНТУ, 2012. – 288 с.
3. Воздействие опасных веществ на ОС и организм человека [Интернет-ресурс] <https://ru.wikipedia.org/>
4. Основные мероприятия снижения негативного воздействия производства пластиковой упаковки на окружающую среду [Интернет-ресурс] <http://www.ecologyside.ru/ecosid-449.html>

УДК 502.625

Лещенко М.С. Науч. рук. Морзак Г.И.

## **Аспекты обращения с твердыми коммунальными отходами**

Белорусский национальный технический университет

Рост городов сопровождается увеличением количества твердых коммунальных отходов (ТКО), что в свою очередь, негативно отражается на состоянии пригородных и городских территорий, приводит к деградации экосистем. Современная практика обращения с отходами ориентирована на их переработку или размещение в окружающей среде.

Сократить поток отходов на объектах их захоронения, и сжигания можно только одним способом — масштабным и своевременным выделением из ТКО ресурсов, пригодных для вторичного использования.

В мире существует множество технологий сортировки и частичной переработки ТКО в целях уменьшения объема для дальнейшего захоронения в окружающей среде. Большинство технологий, направленных на решение проблем с утилизацией ТКО, в основном ориентированы на сортировку (до 50-60 %) и частичную переработку уже отсортированных компонентов, остальные 40 % отходов, как правило, это пищевые и органические отходы, направляют на полигоны для захоронения. Однако, в мегаполисах остро стоит проблема обращения с ТКО.

Идеология устойчивого развития общества предполагает улучшение условий жизни людей, которое невозможно без неуклонного совершенствования системы

обращения с ТКО, проводимого на основе глубокого анализа стадий жизненного цикла отходов, разработки новых подходов к качественному извлечению и рециклингу ценных компонентов.

Ежегодно в Беларуси образуется около 3090 тыс. тонн отходов потребления. Отходы потребления составляют основную часть ТКО, куда включаются также отходы производства, подобные твердым бытовым, перечень которых утверждается Минжилкомхозом Республики Беларусь и удаление которых организуют местные исполнительные и распорядительные органы. Ежегодно в Беларуси собирается свыше 3750 тыс. тонн твердых коммунальных отходов.

Из-за разницы в определении понятия отходов, различных методик их учета и некорректностей в отчетности статистические данные по объему ТБО, образующихся на человека, весьма противоречивы. Поэтому сравнение любых международных статистик проблематично и относительно.

В мировой практике нашли промышленное применение четыре метода переработки коммунальных отходов:

- термическая обработка (в основном сжигание);
- биотермическое аэробное компостирование (с получением удобрения или биотоплива);
- анаэробная ферментация (с получением биогаза);
- сортировка.

Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, свои оптимальные области применения, зависящие главным образом от морфологического состава ТКО и региональных условий. Сортировка необходима для извлечения тех или иных ценных компонентов с целью вторичного их использования, а также для удаления балластных или вредных компонентов, выделения

отдельных фракций, наиболее пригодных технически, экологически и экономически для переработки тем или иным методом, например, сжиганием или компостированием.

На рисунке 1 показана схема полигона для захоронения твердых коммунальных отходов.

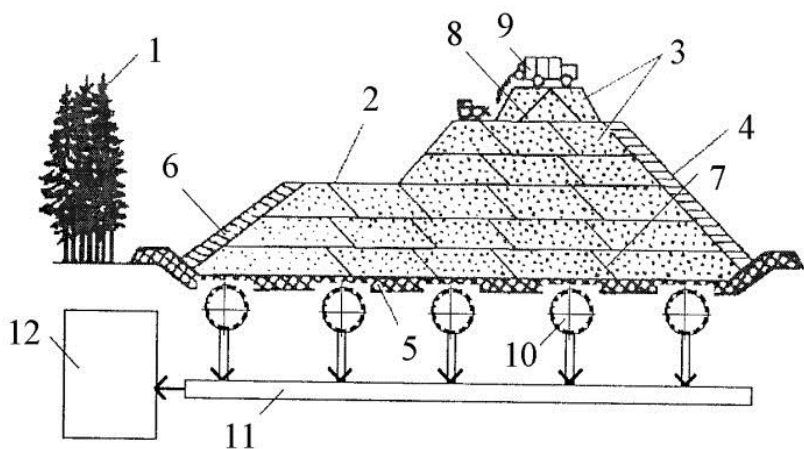


Рис .1 – Схема полигона для захоронения твердых коммунальных отходов:

1 – лесозащитная полоса; 2 – горизонтальный промежуточный изолирующий слой; 3 – искусственная насыпь отходов; 4, 6 – грани; 5 – естественное или искусственное водоупорное основание; 7 – наклонные изолирующие слои; 8 – перекрестно-наклонные изолирующие слои; 9 – мусороперевозящая и обслуживающая полигон техника; 10 - система дренажных труб; 11 – коллектор; 12 – аппарат для переработки вредных и опасных отходов.

Захоронение на полигонах является самым распространенным в мире методом утилизации отходов. Этот метод применяют к несгораемым отходам и к

отходам, которые при горении выделяют токсичные вещества. Полигоны, на которых утилизируют отходы, не являются обычными свалками. Современные полигоны — это сложные инженерные сооружения, на которых установлены системы борьбы с загрязнениями воздуха и подземных вод. Некоторые полигоны умеют перерабатывать образующийся в процессе гниения мусора газ в тепло и электроэнергию. К сожалению, всё это в большей степени относится к развитым европейским странам, так как в Беларуси до сих пор очень малый процент полигонов соответствует этим характеристикам.

Главный минус захоронения отходов — даже при использовании многочисленных фильтров и систем очистки этот вид утилизации не позволяет полностью избавиться от негативных эффектов разложения отходов — гниения и ферментации — загрязняющих воздух и воду. Поэтому, несмотря относительную дешевизну захоронения ТКО, рекомендуется перерабатывать отходы, тем самым минимизируя риски загрязнения окружающей среды.

#### Библиографический список

1. Европейская практика обращения с отходами. С-Пб.: - 2005.
2. Бобович, Б.Б., Девяткин, В.В.. Переработка отходов производства и потребления. - М.: Интерметинжиниринг. - 2000.
3. Схема полигона для захоронения твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/243/2437728.html> – Дата доступа: 24.04.2016

УДК 502.654

Некрашевич Т.В. Науч. рук. Басалай И.А.

## **Эффективность пылеулавливания сушильных барабанов**

Белорусский национальный технический университет

Одним из мощных факторов воздействия предприятий строительной отрасли на окружающую среду являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Заводы по производству цемента, асфальтобетона, железобетонных конструкций, силикатного кирпича, керамзита, по обработке нерудных материалов и другие представляют собой источники загрязнения атмосферного воздуха пылью, углеводородами, сажей, угарным газом, окислами азота и другими вредными веществами.

На окружающую среду в этом случае могут оказывать влияние не только пылевыделения от технологического оборудования и процессов, но и от организованных и неорганизованных источников.

В результате функционирования асфальтобетонных заводов (АБЗ) на всех стадиях приготовления асфальтобетона, как в установках циклического, так и в установках непрерывного действия, наблюдается загрязнение окружающей среды вредными веществами и пылью. При работе любого АБЗ в атмосферу выделяются следующие загрязняющие вещества: неорганическая пыль, с разным содержанием диоксида кремния; оксиды углерода и азота; ангидрид сернистый (серы диоксид); предельные углеводороды; полициклические

углеводороды: мазутная зола (в пересчете на ванадий) при применении мазута в качестве топлива.

Объем пылевых выбросов в атмосферу от технологического оборудования различных видов варьируется в широких пределах в зависимости от режимов работы и производительности завода.

Наибольшие объемы пыли выделяются при просушивании и нагреве минеральных материалов до необходимой температуры (180-200°C) в сушильном барабане [1].

Сушильные барабаны состоят из вращающегося барабана, топки с форсункой, системы подачи и подогрева топлива, топливных баков и системы пылеочистки.

В качестве топлива, в основном, применяют жидкое топливо (мазут) или газ. Мазут перед подачей его в форсунку необходимо нагреть до температуры 70-100 °С.

В сушильном барабане каменные материалы высушиваются и нагреваются до температуры на 20-30 °С выше необходимой заданной температуры смеси.

Нагрев материалов осуществляется по принципу противотока. Сушильный барабан установлен с уклоном оси в сторону топки, а загрузка материала производится через специальное загрузочное устройство с противоположного конца барабана. Внутри барабан имеет специальные полки для улучшения перемешивания материала. Благодаря наклону оси барабана, материал при вращении барабана пересыпается с полки на полку и одновременно перемещается в сторону топки, хорошо перемешиваясь и обдуваясь при этом горячими дымовыми газами [2].

При просушивании и нагреве песка и щебня в сушильном барабане выделяется большое количество мелких и крупных фракций пыли и несгоревших частиц жидкого топлива (сажи). Величина выброса из сушильных

барабанов зависит от размера гранул наполнителя и типа применяемого топлива. Выбросы в отсутствие подавления в среднем составляют примерно 20 кг/т наполнителя. Выбросы составляют относительно крупные частицы, размер более 50% из них превышает 20 мкм и зависит от используемого наполнителя.

Поэтому дымовые газы, выходящие из сушильного барабана, очищаются с помощью различных систем пылеочистки, которые также предназначены для создания в сушильном барабане минимального разрежения, чтобы направить весь поток загрязненных газов в обеспыливающую установку. Эффективность очистки в такой установке составляет 99,2%.

Как правило, системы пылеочистки имеют две ступени. В качестве первой ступени обычно используются циклоны сухой очистки, устанавливаемые группами, а в качестве второй ступени — мокрые пылеуловители.

Общая компоновка оборудования системы пылеочистки от сушильного барабана приведена на рисунке 1.

При установке мокрых пылеуловителей следует помнить, что температура дымовых газов при этом значительно снижается и при повторном расчете рассеивания требуется указывать температуру газов с учетом понижения в мокром пылеуловителе.

Обычно системы пылеулавливания сушильных барабанов состоят из циклонов ЦН-15 или СЦН-40 [3, 4]. Эти циклоны хорошо очищают пылегазовые потоки от частиц размером более 20 мкм. Мелкие частицы с размером меньше 20 мкм улавливаются с низкой эффективностью.



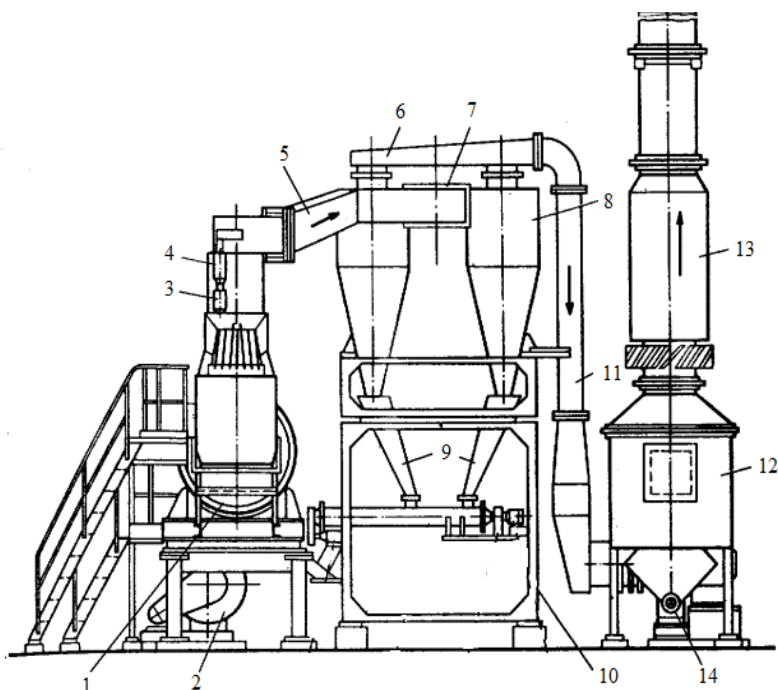


Рис.1 – Компоновка оборудования системы пылеочистки газов от сушильного барабана

- 1 – сушильный барабан, 2 – дутьевой вентилятор; 3 – затвор;  
 4 – прямоточный циклон; 5 – газоход от сушильного барабана к циклонам; 6 – газоходы от циклонов; 7 – коллектор;  
 8 – сухой пылеуловитель (циклон); 9 – бункер циклонов;  
 10 – каркас блока циклонов; 11 – газоход от сухих циклонов к дымососу; 12 – мокрый щелевой пылеуловитель;  
 13 – дымовая труба; 14 – патрубок слива шлама от мокрого пылеуловителя.

Также выбросы из сушильных барабанов могут улавливаться либо скрубберами, либо рукавными фильтрами, перед которыми расположены циклоны. Эти устройства уменьшают выбросы более чем на 99 % [3].

Таким образом, проведенный анализ конструкций и технических характеристик отдельных элементов систем пылеочистки позволяет отметить следующее:

– с точки зрения оптимальной эффективности, надежности, простоты эксплуатации возможно использовать вихревые инерционные пылеуловители, которые обеспечивают высокую степень улавливания пыли различной дисперсности, имеют слабую чувствительность к колебаниям нагрузки по воздуху и концентрации пыли в очищаемом газовом потоке.

– кроме того, целесообразно рассматривать возможность использования усовершенствованной системы циклон - фильтр.

#### Библиографический список

1. Борисов О.А. Асфальтобетонный завод как источник загрязнения атмосферного воздуха // Экология на предприятии. – 2013. – 152 с.
2. Сушильное оборудование [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.npp-stc.ru/catalog/dryingequipment/> – Дата доступа: 05.03.2016.
3. Очистка пыли на АБЗ. Способы очистки и применяемое оборудование [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://helpiks.org/2-83693.html> – Дата доступа: 09.03.2016.
4. Кислов Н.В., Сизов В.Д., Короткий В.Н., Пашков А.П. Рекомендации по проектированию и расчету пылеуловителей типа циклон для предприятий стройиндустрии / БГПА, Унитарное предприятие «Институт НИПТИС». – Мн., 2001. - 39 с.

УДК 574.22

Максимов К.С. Науч. рук. Цыганова А.А.

## **Анализ причин сокращения биологического разнообразия в Республике Беларусь**

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в мире под угрозой исчезновения находятся тысячи видов животных и растений. Некоторые из них имеют ареал произрастания и обитания на территории Беларуси.

Можно выделить несколько основных причин сокращения биологического разнообразия:

1. Прямое уничтожение популяций растений и животных;
2. Негативное изменение среды обитания;
3. Комплексное антропогенное воздействие;
4. Вытеснение аборигенных видов интродуцированными и заносными (чужеродными) видами.

Прямое уничтожение популяций растений и животных в первую очередь относится к животным, являющимся объектами охоты. Например, исчезновение с территории Беларуси тура, на которого охотились ради мяса. В XV–XVII веках этот вид был истреблен. Зубр также мог повторить печальную судьбу тура, однако, разумное вмешательство человека смогло спасти этот вид, являющийся в настоящее время символом Беларуси.

Минприроды РБ ведет постоянный мониторинг численности зубров в стране. По данным природоохранного ведомства, на 1 февраля 2016 года на территории республики обитали 1428 особей этих реликтовых животных, при этом официальный план мероприятий на очередную пятилетку ставил задачу

обеспечить численность зубров на уровне до 1,3 тысячи голов только к 2020 году. В Беларуси насчитывается 10 автономных популяций зубров. В самой крупной популяции, которая обитает в Беловежской пуще, насчитывается 480 зверей.

Негативное изменение среды обитания касается исчезновения или сокращения числа местообитаний, особенно специфических (низинных болот, пойм рек, высоко возрастных широколиственных лесов и т.д.). Характерный пример – тотальное сокращение места обитания вертлявой камышевки, занесенной в Международную Красную книгу. Это единственный вид, наибольшая ответственность за сохранение которого находится в руках белорусов: 60% мировой популяции гнездится на остатках наших низинных болот в Полесье. В соответствии с планом действий по сохранению вертлявой камышевки в Республике Беларусь сохраняются основные местообитания данного вида – низинные болота «Званец», «Дикое» и «Споросовское». В заказнике «Званец» построено 7 гидротехнических сооружений для поддержания оптимального уровня грунтовых вод.

Комплексное антропогенное воздействие на природные экосистемы происходит в результате загрязнения природной среды. Некоторые виды являются высокочувствительными к такому загрязнению и погибают уже при относительно небольших концентрациях вредных веществ в воздухе, воде и почве.

Вытеснение аборигенных видов интродуцированными и заносными (чужеродными) видами вызвали непредвиденные перестройки животного мира белорусских экосистем.

В Беларуси в XX веке были акклиматизированы американская норка и енотовидная собака. Как результат, практически вымерла аборигенная европейская норка, а

лесной хорек, горноста́й и водяная полевка остались только в местах, которые этим хищникам не подходят по экологическим характеристикам. Аналогичная ситуация и с борщевиком Сосновского. Эта тенденция наблюдается и на охраняемых территориях страны. Так, помимо борщевика, в Национальном парке «Браславские озёра» выявлены 2 вида растений, которые в будущем могут представлять опасность естественным сообществам.

В нашей стране уделяют большое внимание деятельности по сохранению биоразнообразия. Основные направления изложены в «Национальной стратегии и плане действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь на 2011-2020 годы. Планы, представленные в документе, включают в себя следующее:

- формирование политики и совершенствование законодательства в области сохранения биоразнообразия;
- развитие управления и экономического регулирования использования биоразнообразия;
- развитие фундаментальной и прикладной науки
- развитие системы особо охраняемых природных территорий

Национальным планом действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2016-2020 годы предусмотрено более 70 мероприятий. Результатом их реализации должно стать увеличение площади особо охраняемых природных территорий - не менее чем до 8,8% от территории страны, восстановление 15% нарушенных и неэффективно используемых экологических систем.

- экологическое совершенствование научно-технической деятельности;
- оптимизация использования природных ресурсов в различных социально-экономических секторах;

• экологическое образование, воспитание и просветительская деятельность;

#### Библиографический список

1. Отчёт о научно-исследовательской работе в рамках проекта LLB-2-258, Национальная академия наук Беларуси, Минск, 2015
2. Национальный план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2016-2020 годы. БЕЛТА – Электронный ресурс – / <http://www.belta.by/society/view/v-belarusi-utverzhdennatsionalnyj-plan-dejstvij-po-sohraneniju-i-ustojchivomu-ispolzovaniju-162004-2015/>

УДК 665.63

Мишина Е. Ю. Науч. рук. Кофанова Е. В.

#### **Усовершенствование первичной переработки нефти методом физико-химического регулирования**

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт" (НТУУ "КПИ")

Как известно, нефть обеспечивает свыше 90 % потребностей транспортного сектора, около 40 % – промышленности и приблизительно 17 % потребностей домохозяйств и коммерческого сектора. Однако, согласно оценке экспертов, на сегодня потенциал резервов нефти только в 45 раз превышает ее годовое потребление [1]. Таким образом, работа по повышению эффективности нефтепереработки имеет большое практическое значение.

Как целевые нефтепродукты преимущественно используют светлые фракции, получаемые при первичной переработке нефти. Однако при этом не удается выделить весь потенциал светлых фракций, присутствующих в нефти. Часть их может оставаться в кубовом остатке.

Эффективность переработки нефти характеризуется показателем глубины переработки, который на отечественных заводах, как правило, не превышает 70 %, а на иностранных нефтеперерабатывающих предприятиях может достигать 90 % [2, 3].

Глубина переработки нефти главным образом зависит от ее качества и уровня применяемых инженерно-технологических решений. В связи с этим необходимым является усовершенствование процессов первичной переработки нефти с целью увеличения выхода светлых фракций.

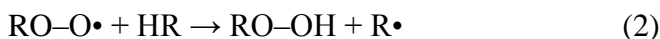
Перспективным направлением совершенствования нефтепереработки является метод физико-химического регулирования, реализуемый, в нашем исследовании, например, введением специальных добавок, способных вступать во взаимодействие с компонентами нефти и за счет этого повышать выход светлых фракций при первичной переработке нефти.

Таким образом, в исследовании обоснована целесообразность применения метода физико-химического регулирования для интенсификации первичной переработки нефти; проверена эффективность действия добавок высокотемпературных антиоксидантов на процессы первичной переработки нефти.

Установлено, что при введении 1 мас. % добавок антиоксидантов Борина, *N*-метил-*N,N*-бис-(3,5-ди-(*трет*-бутил)-4-гидрокси-бензил)амин, 2,2'-метилден-бис-(4-метил-6-(*трет*-бутил)фенола) получено увеличение выхода целевых светлых фракций на 14 об.%. Доказан

выбор эффективных добавок для обеспечения рационального использования природных нефтяных ресурсов. Наилучший эффект показали антиоксиданты, обладающие стойкостью к повышенным температурам. Поэтому авторами исследовано влияние антиоксидантной присадки – Борина на состав полученных в ходе атмосферной дистилляции светлых фракций нефти. Показано, что увеличение выхода светлых фракций сопровождается качественными и количественными изменениями в химическом составе дистиллята. Проведено корреляцию полученных результатов с классическими механизмами процессов автоокисления.

Кроме того, в исследовании обоснован механизм влияния исследуемых антиоксидантов на нефтяную систему. При нагревании в нефти возможны процессы автоокисления ее углеводородов, в результате чего происходит конденсация (процессы (1)–(3)), приводящая к образованию соединений с большей молекулярной массой и, соответственно, большей температурой кипения. Как следствие, углеводороды, образовавшиеся в результате вторичных процессов, задерживаются в более высококипящих фракциях или в кубовом остатке. Следовательно, введением антиоксидантов можно замедлить (или полностью прекратить) реакции автоокисления и таким образом повлиять на увеличение выхода светлых фракций нефти (4):





где R'• – углеводородный радикал, инициированный на начальной стадии процесса автоокисления; R• – углеводородный радикал, образованный в результате радикального процесса окисления; R"• – углеводородный радикал антиоксиданта.

Выбор исследуемых антиоксидантов был обусловлен их широким промышленным применением, относительно низкой стоимостью и достаточно высокой устойчивостью к потере массы при нагревании (так называемый термогравиметрический показатель). Экспериментально показано, что наилучший эффект на увеличение выхода светлых фракций производят антиоксиданты, которые теряют 50 % своей массы при температурах выше 200 °С (табл. 1).

Таблица 1 – Температуры потери массы исследованных антиоксидантов

Название вещества	Температура потери массы, °С	
	10 %	50 %
Ионол	110	140
<i>N</i> -Метил- <i>N,N</i> -бис-(3,5-ди( <i>трет</i> -бутил)-4-гидроксибензил)амін	195	230
2,2'-Метилен-бис-(4-метил-6-( <i>трет</i> -бутил)фенол)	215	254
Борин	203	287

#### Библиографический список

1. Annual Energy Outlook 2015 [Электронный ресурс]: U.S. Energy Information Administration (EIA) – 2015. – Режим

доступа: <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/index.cfm> – Название с экрана.

2. International Energy Statistics. Crude Oil Proved Reserves (Billion Barrels) [Электронный ресурс]: U.S. Energy Information Administration (EIA). – Режим доступа: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=5&pid=57&aid=6> – Название с экрана.

3. Брагинский О.Б. Мировая нефтепереработка. Экологическое измерение/ О. Б. Брагинский, Э. Б. Шлихтер. – М.: Academia, 2002. – 262 с.

УДК 502.654

Симанина И.В., Сидорская С.А. Науч. рук. Хрипович А.А.  
**Сточные воды пищевой промышленности**

Белорусский национальный технический университет

Сточные воды (СВ) предприятий пищевой промышленности образуются при мойке сырья, оборудования, производственных помещений, а также после использования воды и пара в технологических процессах. Образующиеся СВ содержат агрегативно-устойчивые коллоиды, в состав которых входят животные и растительные жиры, белки (в т.ч. кровь), крахмал, сахар, а также соли, углеводы, красители, загустители, ПАВы, консерванты, ароматизаторы, усилители вкуса и пр. Неравномерность поступления на очистные сооружения СВ предприятий пищевой промышленности, а также значительные колебания качественного и количественного состава содержащихся в них загрязняющих веществ требуют обязательного усреднения потоков СВ после их механической очистки и отстаивания.

При сбросе СВ предприятий пищевой промышленности в водоём или на рельеф используют глубокую аэробную биологическую очистку, нитрификацию, денитрификацию и обеззараживание.

Технологические процессы предприятий пищевой промышленности требуют использования только питьевой воды, что практически исключает повторное использование очищенных СВ после соответствующей очистки.

Как следует из таблицы 1, СВ пищевых предприятий характеризуются высокими показателями БПК, ХПК, взвешенных и биогенных веществ, что не позволяет, как правило, осуществлять их сброс в коммунальные системы водоотведения или непосредственно в водные объекты.

Эти СВ можно, в основном, отнести к категории высококонцентрированных стоков по органическим загрязнениям [1].

Таблица 1. Основные показатели загрязнения сточных вод пищевых предприятий

Наименование отрасли	Значение показателей загрязнения, мг/дм <sup>3</sup>					
	БПКп	ХПК	Взвешенные в-ва	Азот общий	Фосфор *	pH
Мясоперерабатывающая	800–1500	1600–2000	1500–2000	100–150	40,0–80,0	6,5–8,5
Молокоперерабатывающая	1200–2400	1500–3000	300–600	50–90	8,0–16,0	6,0–8,0
Рыбоперерабатывающая	590–1300	1080–2009	1300–1350	30–40	9,0–29,0	7,0–8,0
Хлебопекарная	400–450	550–680	100–150	40–60	5,0–10,0	6,0–8,0
Флодоовощная	150–1610	190–2010	160–2180	20–30	0,1–1,4	6,0–7,5
Пивоваренная	800–1000	1200–1500	500–600	24–34	4,5–7,5	7,0–7,5
Ликероводочная	50–55	90–120	500–250	15–20	2,0–4,0	8,0–10,0
Спиртовая	400–500	500–600	400–440	15–20	2,2–4,0	5,0–6,0

\* (в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

На пищевых предприятиях применяют механические, физико-химические, биологические методы очистки СВ. Механические методы очистки предназначены для удаления из СВ нерастворимых примесей и основаны на процессах процеживания, отстаивания и фильтрования, а также действие центробежных сил [2].

Работа сооружений биологической очистки характеризуется такими показателями, как БПК, ХПК, перманганатная окисляемость, наличием биогенных элементов, реакцией среды, температурой. Известно, что для одних и тех же СВ величина ХПК всегда больше БПК. При этом, если БПК/ХПК больше 0,5, СВ следует направлять на сооружения биологической очистки, в противном случае их подвергают физико-химической обработке, таких как мембранная фильтрация, электродиализ, флотация, реагентная обработка.

Таблица 2. Параметры производственного стока пищевых предприятий

Отношение параметров	Величина отношения параметров для разных отраслей *							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ХПК/БПК <sub>п</sub>	1,56	1,25	1,63	1,45	1,25	1,50	2,00	1,22
ХПК/N <sub>общ</sub>	14,40	32,1	44,0	12,4	44,0	46,5	6,0	31,4
БПК/N <sub>общ</sub>	9,2	25,7	27,0	8,5	35,2	31,0	3,0	25,7
БПК <sub>п</sub> /ХПК	0,64	0,80	0,61	0,69	0,80	0,67	0,51	0,81

\* Цифрами обозначены следующие отрасли пищевых предприятий: 1 – мясоперерабатывающая; 2 – молокоперерабатывающая; 3 – рыбоперерабатывающая; 4 – хлебопекарная; 5 – плодоовощная; 6 – пивоваренная; 7 – ликероводочная; 8 – спиртовая.

Как следует из таблицы 2, отношение БПК/ХПК больше 0,5, поэтому все СВ можно подвергать биологической очистке.

Высокое значение отношения  $\text{ХПК}/\text{N}_{\text{общ}}$  делает предпочтительной денитрификацию. Для нормального хода процесса биологической очистки необходимо присутствие в СВ биогенных элементов – азота и фосфора. Содержание азота и фосфора должно удовлетворять соотношению  $\text{БПК}:\text{N}:\text{P} = 100:5:1$ . Для рассматриваемых СВ такие соотношения представлены в таблице 3, из которых следует, что для СВ пищевой промышленности это соотношение соблюдается. При биологической очистке указанных СВ требуется подпитка фосфором или смешивание с другими стоками, содержащими много фосфора.

Таблица 3. Отношение значений БПКп, общего азота и общего фосфора в СВ пищевых предприятий

Наименование отрасли	Отношение значений БПКп, общего азота и общего фосфора (БПКп:N:P)
Мясоперерабатывающая	100:10,8:5,20
Молокоперерабатывающая	100:3,9:0,70
Рыбоперерабатывающая	100:3,7:2,00
Хлебопекарная	100:11,7:1,80
Фрутоовощная	100:2,8:0,08
Пивоваренная	100:3,2:0,67
Ликероводочная	100:33,3:5,70
Спиртовая	100:3,9:0,69

Подробный анализ состава и свойств СВ пищевых предприятий показывает, что для удаления из них растворенных органических примесей наиболее целесообразно использовать биологические способы очистки [3, 4].

Согласно рекомендациям ЕС [5] в пищевой промышленности рекомендованы к применению следующие наилучшие доступные технологии очистки СВ:

- Сокращение водозабора и образования СВ;
- Сокращение до минимально возможного уровня водопотребления технологических процессов;
- Повышение степени повторного использования;
- Создание системы сбора и разделения СВ;
- Удаление из СВ азота и фосфора.

Примеры технологий, реализованных в странах Европы и Северной Америки, но не получившие пока широкого распространения в России и Беларуси [6]:

- *Фитотехнологии очистки СВ* применяются для доочистки стоков от взвешенных веществ, азота, фосфора, органических соединений и др., а также для обеззараживания сточных вод.

- *Биосорбционная доочистка* предназначена для глубокого удаления из СВ органических веществ, включая микрзагрязнения, и окисления аммонийного азота.

- *Озонирование в сочетании с использованием пероксида водорода* предназначено для обезвреживания содержащихся в СВ органических соединений.

- *Электроосмотическое обезвоживание осадка СВ* применяется для обезвоживания осадка СВ и повышения содержания сухого вещества в обезвоженном осадке.

- *Удаление азота из СВ посредством окисления аммония нитритом* позволяет удалить азот из высококонцентрированных (по аммонийному азоту) СВ, включая возвратные потоки от обезвоживания сброженного осадка.

- *Биологическая очистка с применением гранулированных илов* предназначена для удаления биогенных элементов и ориентирована на получение

активных илов с пониженным иловым индексом и высокими седиментационными способностями.

#### Библиографический список

1. Яромский, В. Н. Очистка сточных вод пищевых и перерабатывающих предприятий / В. Н. Яромский. – Минск: Издательский центр БГУ, 2009. – 171 с.
2. Яромский, В. Н. Экспериментальные исследования канализационной решетки «нового типа» / В. Н. Яромский, В. В. Шкодов // Материалы научно-технической конф., посв. 30-летию ин-та; Брест. политех. ин-т, Брест, 1996 г.: в 2 ч., ч. 1. – С. 228–230.
3. Яромский, В. Н. Совершенствование конструкций комбинированных биоокислителей для очистки сточных вод / В. Н. Яромский // Строительная наука и техника. – 2010. – № 1–2 (28–29). – С. 147–149.
4. Яромский, В. Н. Исследование процесса очистки сточных вод на комбинированных биоокислителях / В. Н. Яромский, Э. И. Михневич // Вестник БНТУ. – 2010. – № 6. – С. 62–66.
5. «СИАА (2002 г.). «СИАА Background Document for the Technical Working Group on the «Food and Drink» BAT Reference Document Rev. 7 (Базовый документ «СИАА» для технической рабочей группы по справочному документу НДТМ «Продукты питания и напитки» ред. 7»).
6. ИТС 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях», Москва. Федеральное Агентство по техническому регулированию и метрологии, Бюро НТД. 2015 г. – 129 с.

УДК 504.628.5:678.5

Скок М.С. Науч. рук. Цуприк Л.В.

## **Исследование экологических аспектов воздействия на окружающую среду предприятий пищевой промышленности**

Белорусский национальный технический университет

Пищевая промышленность образована различными предприятиями, производящими пищевые продукты или полуфабрикаты. К ней относятся сыро-, масло-, молокозаводы, бойни и мясоперерабатывающие комбинаты, кондитерские фабрики, винно-водочные производства и производства пива и безалкогольных напитков, мелькомбинаты и хлебопекарные заводы и другие предприятия.

Характерной особенностью пищевой промышленности является то, что они (в своем большинстве) входят в состав населенных пунктов и поэтому их деятельность оказывает большое воздействие на население (в первую очередь и непосредственно), а на природу оказывает и прямое, и косвенное воздействие.

Как всякое производство, пищевая промышленность связана с применением разного оборудования, обеспечивающего производственный процесс, что сопровождается затратами различных видов энергии. В рассматриваемой отрасли производства используются транспортные средства, которые определенным образом влияют на окружающую среду.

В пищевой промышленности образуются газообразные, жидкие и твердые отходы, при этом большинство из них относятся к органическим веществам,



хотя возможно образование и неорганических соединений, как продуктов разложения органических веществ. Получающиеся твердые или смешанные (твердожидкие) отходы, особенно при работе предприятий общественного питания, являются ценным сырьем для животноводства, либо после их определенной переработки — для растениеводства.

Опасность большинства смешанных отходов состоит в том, что они являются субстратом (пищевой базой) для различных сапрофитных организмов (грибов, бактерий и т. д.), что создает возможность возникновения эпидемий.

Отходы мясомолочной промышленности резко ухудшают органолептические качества среды (появляются неприятные запахи, возникают отрицательные вкусовые ощущения и т. д.), способствуют появлению большого количества насекомых — переносчиков заболеваний. Небрежное ведение хозяйства на предприятиях пищевой промышленности, торговли и массового питания сопровождается значительным размножением мышевидных грызунов (крыс и др.), что также создает предпосылки к возникновению эпидемий.

Мучная пыль в смеси с воздухом дает пожаро- и взрывоопасные смеси, что характерно для мукомольной и хлебопекарной промышленности.

Таким образом, частично характер загрязнений природной среды пищевой промышленности совпадает с таковыми для любых отраслей промышленности (к ним относят шум, вибрации, различные электромагнитные излучения). Определенная часть загрязняющего воздействия данной отрасли связана с применением автомобильного транспорта, а иногда и наземного железнодорожного транспорта, и, наконец, специфические загрязнения, обусловленные образованием пищевых или непищевых отходов, содержащих большое количество

органических соединений (например, отходы при производстве подсолнечного и других масел – шелуха семян, жмых, или отходы от производства сахара из сахарной свеклы – жом, карбонат кальция, сульфаты и др.). Определенную часть загрязнений образуют испорченные товары, утеравшие свои потребительские свойства, а также бытовые отходы.

Частично природоохранная деятельность связана с мероприятиями, аналогичными проводимыми на автотранспорте, так как в пищевой промышленности используются различные средства транспорта. На крупных заводах пищевой промышленности имеются мастерские и цеха, связанные с ремонтом металлического оборудования, что требует природоохранной деятельности, характерной для металлообрабатывающей промышленности, правда, в меньших масштабах и не во всех направлениях.

На предприятиях пищевой промышленности существует некоторая особенность реализации принципа комплексного использования сырья и отходов, связанная с тем, что в большей своей части сырье и отходы состоят из органических соединений. Кроме того, в приготовлении и использовании пищи существуют определенные национальные и другие традиции. Так, многие отходы пищевых производств и предприятий массового питания можно утилизировать в животноводстве, используя их в качестве корма для скота. Отходы, не пригодные для кормовых целей, используют как основу для получения органических удобрений (через получение компостов).

Как и в других производствах, связанных с большим водопотреблением, большую природоохранную роль играет использование замкнутых водооборотных циклов.

Важным природоохранным мероприятием является получение экологически чистой и экологически полезной продукции. Известно, что за счет интенсификации

сельского хозяйства в пищу поступают вещества, вредные для организма человека (соли тяжелых металлов, нитраты, нитриты и т. д.). Для придания товарного вида в пищу вводят различные добавки (красители, антиокислители, разрыхлители и т. д.). Эти вещества должны быть безвредными или добавляться в таких количествах, которые не будут оказывать существенного влияния на организм человека. Но часто это не соблюдается и в продажу поступает продукция, не соответствующая экологическим нормам. Кроме того, продукция может содержать избыточное количество жиров и углеводов, которые, попадая в организм человека, отрицательно воздействуют на обмен веществ, вызывая ожирение и сопутствующие заболевания. Следовательно, возникает проблема разработки рецептов и изготовления экологически полезной продукции путем введения добавок, полученных из различных растений, способствующих лучшему усвоению пищи организмом человека. Так, при изготовлении кондитерских изделий хорошо зарекомендовали себя добавки из семян сои, порошки из яблочных выжимок, пюре и поджарки из мелкоплодных яблок, рябины, облепихи и т. д. Использование молочной сыворотки в хлебопекарном производстве позволяет обогатить пищу ценными незаменимыми аминокислотами и т. д.

Переработка неорганических соединений, применяемых в пищевой промышленности, не только очищает атмосферу от вредных примесей, но и позволяет снизить затраты на производство и добычу сырья из природных источников. Правда, это пока не решенная задача (это относится к утилизации диоксидов серы, углерода, которые или применяются в технологии пищевых производств (сернистый газ как осветлитель), или выделяются в результате технологических процессов –

углекислый газ в пивоваренном и бродильном производствах).

Важным мероприятием по охране среды является строгое соблюдение технологических процессов, предотвращающих попадание продуктов и отходов производства в среду обитания, в частности, в почвы.

Как и в любой деятельности, в данной сфере производства большая роль в охране окружающей среды принадлежит систематическому экологическому просвещению.

#### Библиографический список

1. Дорожко С.В., Малькевич Н.Г., Морзак Г.И. Технические основы охраны окружающей среды. – Мн.: БНТУ, 2012. –288 с.
2. Воздействие опасных веществ на ОС и организм человека [Интернет-ресурс], <https://ru.wikipedia.org/>
3. Общая характеристика пищевой промышленности Беларуси [Интернет-ресурс] [http://studopedia.su/5\\_60506\\_problemi-i-perspektivi-ee-razvitiya.html](http://studopedia.su/5_60506_problemi-i-perspektivi-ee-razvitiya.html)

УДК 613.84

Слепченко П. В., Скачко Е. Н. Науч. рук. Квиткевич Л. А.  
**Влияние веществ, содержащихся в табачных и  
электронных сигаретах на тонус сосудов**

Учреждение образования «Белорусский государственный  
медицинский университет»

Гладкомышечные элементы стенки кровеносного сосуда постоянно находятся в состоянии умеренного напряжения – сосудистого тонуса. Существует три механизма регуляции сосудистого тонуса: ауторегуляция, нервная регуляция и гуморальная регуляция (осуществляется веществами системного и местного действия). К веществам системного действия относятся ионы кальция, калия, натрия, гормоны. К веществам местного воздействия относятся: медиаторы симпатической нервной системы – сосудосуживающее действие, парасимпатической (ацетилхолин) – расширяющее; биологически активные вещества – гистамин расширяет сосуды, а серотонин суживает; кинины – брадикинин, калидин – оказывают сосудорасширяющее действие; простогландины A1, A2, E1 расширяют сосуды, а F2 $\alpha$  суживает. В данной работе исследовалась первичная реакция изменения сосудистого тонуса при действии различных веществ, входящих в состав табачных и электронных сигарет на NO-рецепторы (NO оказывает сосудорасширяющий эффект).

**Цель исследования:** нахождение веществ в составе табачных и электронных сигарет, обладающих наименьшими константами ингибирования и наибольшими

свободными энергиями связывания при связывании с NO-рецептором.

**Материалы и методы:** Исследование взаимодействий NO-рецептор - лиганд производилось путем молекулярного докинга с помощью программы docking server ((copyright © 2006-2011 Virtua Drug) is maintained by Virtua Drug Ltd; Powered by Web6). Молекулярный докинг – это метод молекулярного моделирования, который позволяет предсказать наиболее выгодную для образования устойчивого комплекса ориентацию и положение одной молекулы по отношению к другой.

**Результаты и их обсуждение:** В результате исследования мы получили значения констант ингибирования, энергий связывания и других видов энергии, которые дали нам право сделать выводы о совместимости рецептора и инородного лиганда.

Таблица 1 – Сравнение констант ингибирования веществ, содержащихся в сигаретах

Лиганд	Значение
1. Никотин	36.43 $\mu\text{M}$
2. Пропеналь (акролеин)	10.61 mM
3. Катехол	122.83 mM
4. Аммиак	4.13 mM
5. Этаналь	21.99 mM
6. Бутан	6.52 mM
7. Бензол	1.2 $\mu\text{M}$
8. Флюорен	18.74 $\mu\text{M}$
9. Пирен	2.51 mM
10. Уксусная кислота	441.27 mM
11. Пропандиол	1.77 mM
12. Глицерин	968 $\mu\text{M}$

Константа ингибирования – это минимальное количество вещества, которое требуется для того, чтобы связаться с рецепторным комплексом. Из данной таблицы видно, что у пирена, флюорена и никотина наименьшие значения констант ингибирования, следовательно, этих веществ потребуется меньше всего, чтобы связаться с рецептором.

Таблица 2 – Сравнение свободных энергий связывания

Лиганд	Значение
1. Никотин	-6.06 ккал/моль
2. Пропеналь (акролеин)	-2.69 ккал/моль
3. Катехол	-1.24 ккал/моль
4. Аммиак	-3.25 ккал/моль
5. Этаналь	-2.26 ккал/моль
6. Буган	-2.98 ккал/моль
7. Бензол	-3.89 ккал/моль
8. Флюорен	-6.45 ккал/моль
9. Пирен	-7.64 ккал/моль
10. Уксусная кислота	-0.48 ккал/моль
11. Пропандиол	-3.75 ккал/моль
12. Глицерин	-4.11 ккал/моль

Свободная энергия связывания – энергия, которая выделяется при связывании лиганда с рецептором. Чем больше значение энергии по модулю, тем сильнее будет связывание. Но учет изначального знака все-таки есть: если энергия отрицательная, то связывание происходит самопроизвольно. Если положительная – то для связывания нужно подействовать энергией извне.

#### **Выводы:**

1. Спектр веществ, содержащихся в табачных сигаретах, лучше изучен и представлен более

разнообразными соединениями, чем спектр веществ, входящих в состав электронных сигарет.

2. Исследуемые компоненты сигарет при связывании с NO-рецептором вызывают первичную реакцию расширения сосудов

3. Вследствие более широкого спектра веществ, входящих в состав табачных сигарет, расширение сосуда произойдет под действием меньшей их концентрации, в отличие от электронных сигарет, имеющих меньше компонентов.

#### Библиографический список

1. Качан, В. А. О вреде курения. – Мн.: Беларусь, 1979 – 31 с.
2. Казьмин, В. Д. Курение, мы и наше потомство / В. Д. Казьмин. – Москва: Советская Россия, 1989. – С.13.
3. Дюбкова Т. П. Химический состав табачного дыма: токсические и канцерогенные эффекты на организм человека/Т. П. Дюбкова/ Медицинская панорама. –Минск, 2008, №9. –С.34-39.
4. Кубарко, А. И. Нормальная физиология: учебник. В 2 ч. Ч. 1 / А. И. Кубарко, В. А. Переверзев, А. А. Семенович; под. ред. А. И. Кубарко. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – С. 262-264.
5. Антонов Н. С., Сахарова Г. М., Донитова В. В. Электронные сигареты: оценка безопасности и рисков для здоровья (обзор) // Пульмонология. – 2014. - №3. – С. 122-127.
6. Беляев, И. И. Табак – враг здоровья. – М. Медицина, 1979 – 56 с.



УДК 675.02 + 504.75

Шавяка Е.В. Науч. рук. Басалай И. А.

## **Влияние хозяйственной деятельности ОАО «Минское производственное кожевенное объединение» на компоненты окружающей среды**

Белорусский национальный технический университет

Производство кожевенного сырья для перерабатывающей промышленности является длительным и трудоемким технологическим процессом, оказывающим значительное воздействие на окружающую среду.

В Республики Беларусь кожевенная отрасль сложилась из следующих основных производств: ОАО «Минское производственное кожевенное объединение», СП «Смиловичский кожевенный завод», ОАО «Пинский завод искусственных кож», РУП «Гродненское производственное кожевенное объединение», ОАО «Бобруйский кожевенный комбинат», ОАО «Кожевник».

Наиболее крупным и динамически развивающимся природопользователем является ОАО «Минское производственное кожевенное объединение» (МПКО). Завод был построен и сдан в эксплуатацию в 1988 году по проекту итальянской фирмы "Conceria Cogolo S.p.a." , производственные мощности рассчитаны на выпуск 500 млн.дм<sup>2</sup> готовых кож и 200 млн.дм<sup>2</sup> кожевенных товаров из спилка в год.

Объединение выпускает весь спектр натуральных кож хромового и безхромового методов дубления: кожа для верха обуви; кожа для галантерейных изделий; кожа для мебели; кожа Краст; кожа для подкладки обуви; кожа из спилка; полуфабрикат дубленый Вет-блю – различных цветов и методов отделки, из бычьего, коровьего, конского

и свиного сырья. Количественный и качественный состав выпускаемой продукции представлен в табл. 1.

Таблица 1. Количественный и качественный состав продукции ОАО «МПКО»

Наименование основной выпускаемой продукции	Единица измерения	Годовой объем выпускаемой продукции
Кожа из шкур КРС	дм <sup>2</sup>	108 071 001
Кожа из свиного сырья	дм <sup>2</sup>	1 291 773
Дубленный полуфабрикат из сырья КРС	дм <sup>2</sup>	52 747 641
Спилоч полуфабрикат из шкур КРС	дм <sup>2</sup>	675 171 874
Гольевой полуфабрикат	т	625,565

В структуре МПКО выделяют три основные стадии кожевенного производства: отмочно-зольные процессы; подготовительные процессы и дубление; химическая отделка и красильно-жировальные процессы.

В процессе хозяйственной деятельности МПКО наиболее важными аспектами воздействия на окружающую среду являются:

– обращение с отходами производства (обрезки кож, осадки сточных вод, отходы мездри, отходы котельной и другие);

– выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (хром, ртуть – 1 класс опасности, серная кислота, сероводород, диоксид азота, твердые частицы и другие – 2 класс опасности, твердые частицы – 3 класс опасности, аммиак, метан – 4 класс опасности);

– сброс сточных вод в хозяйственно-бытовую канализацию УП «Минскводоканал».

Существенное негативное воздействие оказывает сброс сточных вод. На предприятии эксплуатируются

локальные очистные сооружения, в состав которых входят: первичные решетки, усреднитель стоков, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойник, илоуплотнитель.

Фактическая производительность очистных сооружений составляет 1500 м<sup>3</sup>/сут. Локальные очистные сооружения не дают должной степени очистки сбросов (о чем свидетельствует НДС и фактические замеры, представленные в табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная таблица по сточным водам

Показатель	Норма природопользователей в сети водоканала.	НДС	Фактический замер
рН	7,7	6,0-9,0	7,72
Хлориды (мг/л)	120,8	3800	3883
Сульфиды(мг/л)	-	25	122,7
Хром (общий) (мг/л)	0,337	16,1	3,12
Взвешенные вещества (мг/л)	669,1	850	437
ХПК (мг/л)	521,3	2800	1774
Азот аммонийный (мг/л)	42,5	200	200

Анализ влияния хозяйственной деятельности ОАО «Минское производственное кожевенное объединение» на компоненты окружающей среды, на данный момент изучения производства, позволяет сделать вывод, что наиболее негативное воздействие на окружающую среду оказывает сброс сточных вод.

УДК 613.2:615.874

Шункевич К.А., Суслова А.Э. Науч. рук. Квиткевич Л.А.  
**Наиболее распространенные пищевые добавки в продуктах питания, реализуемых в Республике Беларусь**

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Считается: мы - то, что мы едим. Поэтому население заинтересовано в употреблении безопасных продуктов питания. Производители для увеличения сроков хранения, придания нужных органолептических свойств и улучшения других качеств вводят в состав продуктов различные пищевые добавки. В законодательстве закреплена необходимость подробного информирования населения о составе продуктов питания, отдельно выделяя вводимые в него пищевые добавки.

Целью нашего исследования являлся анализ состава основных групп продуктов питания, реализуемых в нашей республике, на наличие пищевых добавок, имеющих индекс Е и идентификационный номер, и выявление наиболее распространённых из них.

Нами был проанализирован состав продуктов питания по следующим группам:

- молочная и кисломолочная продукция (творог, творожный десерт, йогурт, мороженное, сыр, пудинги, муссы),
- полуфабрикаты (блины, пельмени, тесто, рыбные палочки, вареники, пицца),
- кондитерские изделия (конфеты, вафли, печенье, шоколад, зефир, пастила, мармелад, торты, круассаны, сушки, пряники, джемы),

- колбасные изделия (вареная колбаса, сырокопченая колбаса, сосиски, ветчина, сардельки),
- продукты быстрого приготовления (супы, каши, вермишели),
- напитки (соки, безалкогольные напитки).

В реализуемых в Республике Беларусь продуктах питания наиболее часто используются следующие пищевые добавки: *E120* – кармины (краситель); *E202* – сорбат калия и *E211* – бензоат натрия (консерванты); *E330* – лимонная кислота и *E322* – лецитины (антиоксиданты); *E407* – каррагинан и его соли (стабилизаторы и загустители); *E509* – хлорид кальция (эмульгатор); *E621* – глутамат натрия 1-замещенный (усилитель вкуса и аромата).

По литературным данным наиболее безопасными из них являются *E330*, *E322*.

Лимонная кислота (*E330*) присутствует во всех живых клетках как важный промежуточный продукт обмена веществ в цикле трикарбоновых кислот. Действие лимонной кислоты и ее солей как пищевых добавок основано на их способности связывать металлы с образованием хелатных соединений [2]. Лимонная кислота обладает приятным, мягким вкусом; применяется в производстве плавленых сыров, кондитерских изделий, майонезов, маргаринов, рыбных консервов. Она содержится почти во всех фруктах, хвое, листьях хлопчатника. Получают ферментацией сахара грибом *Aspergillus niger* [1].

Лецитины (*E322*) – это смесь фракций фосфатидов, полученная из животных или растительных объектов физическими методами, включающими использование ферментов. Основными фракциями являются фосфатидилхолины, т.е. собственно лецитины (до 25%), фосфатидилэтаноламины (до 25%), фосфатидилсерины (до 15%), фосфатидил инозиты, фосфатидовые (фосфатидные)

кислоты (5 – 10%). В организме человека они полностью расщепляются и усваиваются. Сырой лецитин встречается в масле семян, желтке яиц, молочном жире. Получают как побочный продукт при очистке жиров, особенно соевого, подсолнечного или рапсового масел [1].

Одной из самых распространенных пищевых добавок является *E407* (каррагинаны). Это семейство полисахаридов используется как загуститель, желеобразующий агент, стабилизатор, осветлитель; вещество, облегчающее фильтрование; средство для капсулирования [1]. Столь широкое применение обусловлено способностью каррагинана загущать практически любые пищевые продукты, образуя прозрачный плавящийся гель. Каррагинаны не всасываются, однако могут уменьшать степень и скорость всасывания других составляющих пищевых продуктов.

*E120, E202, E211, E621* являются небезопасными для организма человека пищевыми добавками, так как могут вызывать аллергические реакции, заболевания ЖКТ и оказывать канцерогенный эффект [3]. Ярким примером аллергической реакции на пищевые добавки может служить так называемый «синдром китайских ресторанов», проявляющийся в слабости, сердцебиении, потере чувствительности в области затылка и спины, связанный с употреблением в качестве приправы больших количеств глутамата натрия [2].

#### Библиографический список

1. Нечаев А. П. Пищевая химия. СПб, 2003. – 640 с.
2. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки. СПб, 2004. – 792 с.
3. Серов Ю.А. Опасные пищевые Е-добавки. М., 2006. – 42 с.
4. Электронный ресурс - <http://minzdrav.gov.by/>. Дата доступа: 04.04.2016.

Секция

**«ГОРНЫЕ МАШИНЫ И  
ГОРНЫЕ РАБОТЫ»**

Антанович Д.А., Гутич В.М. Науч. рук. Басалай Г.А.  
**Эксплуатационные требования к колесным тягачам торфяных машин**

Белорусский национальный технический университет

Современный процесс производства фрезерного торфа базируется на выполнении основных операций мобильными машинами и машинно-тракторными агрегатами. Большая часть машин и МТА представляют собой прицепное технологическое оборудование к тракторам, выполняющим тяговые и энергетические функции.

Значительная энергоёмкость операций технологического процесса производства фрезерного торфа и слабая несущая способность разрабатываемых торфяных месторождений предъявляют жесткие требования к тягачам торфяных машин. Широкий шлейф машин, разнообразие и специфичность условий их эксплуатации в сочетании с явно выраженной сезонностью работ и региональными особенностями расположения торфодобывающих участков выдвигают в числе важнейших следующие показатели, которыми должны обладать современные тягачи торфяных машин и их перспективные модели: технологические, технико-экономические и общетехнические.

Специальные эксплуатационные качества, определяющие приспособленность трактора к технологическим требованиям торфяного производства:

- допустимость деформации залежи под движителем;
- допустимость буксования активного движителя;



– вероятность потери проходимости и потери рабочего времени;

– результаты многократного воздействия движителя на профиль поверхности технологических площадок.

Отличительной особенностью фрезерного способа добычи торфа является необходимость в обработке машинно-тракторными агрегатами большого объема площадей. Например, по ОАО "Белтопгаз" при общем объеме добычи фрезерного торфа около 2 млн. т/год развернутая площадь, обрабатываемая за сезон, на каждой их 4-х основных технологических операций измеряется сотнями тысяч гектаров при общем пробеге единичных МТА (1,8÷3,2) тыс. км. Это выдвигает в число главных требований технико-экономические качества, т. е. производительность и экономичность:

– производительность торфяных машин зависит от ширины захвата и скорости движения МТА, т. е. от тяговых и скоростных качеств, а также от конструктивных и эксплуатационных факторов;

– экономичность трактора определяется себестоимостью выполняемых работ и зависит от расхода топлива, смазочных материалов и их стоимости, расходов на техническое обслуживание и ремонт, срока службы деталей и других факторов. Топливная экономичность зависит, в основном, от удельного расхода топлива двигателей при различных режимах работы, от потерь, возникающих при движении МТА, а также от подбора передач.

Энергетическая эффективность тягача в составе МТА на прямолинейном участке в установившемся режиме может быть выражена из уравнения, отражающего баланс мощности трактора, в которое входят следующие составляющие:  $N_d$  – эффективная мощность двигателя;  $N_{кр}$  – тяговая мощность трактора;  $N_{тр}$  – мощность, теряемая в

трансмиссии;  $N_f$ ,  $N_6$  – мощности на передвижение и буксование трактора;  $N_{\text{ВОМ}}$  – мощность, реализуемая через вал отбора мощности.

Применительно к МТА высокие технико-экономические качества достигаются преимущественно рациональным агрегатированием на основе оптимального сочетания параметров трактора с параметрами технологического оборудования.

Общетехнические качества включают:

- эргономические показатели, направленные на достижение большой производительности МТА при качественном выполнении технологических операций за счет обеспечения высокой работоспособности машинистов и удобства выполнения ими трудовых функций за счет создания комфортных и безопасных условий труда;

- показатели, присущие трактору как мобильной машине, включающие управляемость и безопасность движения, обеспечение которых зависит от конструктивных особенностей трактора;

- конструктивные особенности, определяющие прочность и надежность, моторесурс, удобства техобслуживания и ремонта.

Повышение проходимости и тягово-сцепных свойств современных колесных тракторов серийного исполнения на слабонесущих торфяно-болотных грунтах достигается комбинированным применением известных способов. Например, в тракторе со всеми ведущими колесами с принудительной и автоматической блокировкой устанавливаются широкопрофильные шины с пониженным давлением воздуха в них, рациональное сочетание которых для определенных условий эксплуатации дает значительный эффект.

Антанович Д.А. Науч. рук. Басалай Г.А.

## **Оценка тягово-цепных свойств колесных тракторов**

Белорусский национальный технический университет

Машинно-тракторные парки торфопредприятий отличаются большим разнообразием технологического оборудования, предназначенного для выполнения основных операций добычи торфа, содержания и ремонта площадей, а также занятого на транспорте и специальных работах. Особая роль в их продуктивном функционировании принадлежит тракторам, как тяговым и энергетическим средствам МТА.

Комплексным показателем, наиболее полно отражающим тягово-цепные свойства трактора, является тяговая характеристика, построенная на основе результатов испытаний или расчетным путем. Оценка тягово-цепных свойств сводится к анализу потерь мощности, вызванных вертикальной и горизонтальной деформацией опорного основания, а значит – наряду с общими показателями потерь мощности в механизмах трактора (тяговым КПД) и в двигателе (КПД ходовой системы) вводятся дополнительные показатели: коэффициент сопротивления качению, коэффициент сцепления, коэффициент использования сцепного веса, буксование.

Многочисленными исследованиями доказано наличие прямой связи между физико-механическими характеристиками опорного основания и оптимальными для данных условий конструктивными параметрами трактора и, в частности, двигателя. Только при благоприятном сочетании параметров механической

системы "тяговая машина – опорное основание", трактор будет иметь наилучшие тяговые показатели, т.е. наибольшие для данного типа грунта значения тягового КПД

$$\eta_T = N_{кр} / (N_d - N_{вОМ}), \quad (1)$$

и коэффициент использования сцепного веса,

$$\varphi_{кр} = P_{кр} / G_{с.в.}, \quad (2)$$

который связывается с буксованием  $\delta$  двигателя различными зависимостями.

Таким образом, оценка тяговых свойств трактора сводится к установлению зависимости буксования колес от развиваемой касательной силы тяги

$$\delta = f(P_{кр}, a, c), \quad (3)$$

где  $G_{с.в.}$  – сцепной вес трактора в рабочем состоянии;

$P_{кр}$  – тяговое усилие трактора;

$a$  и  $c$  – обобщенные характеристики колеса и опорного основания, которые выбираются в качестве определяющих параметров.

Для повышения эффективности работы МТА на основных операциях добычи и транспорта торфа требуются углубленные теоретические и экспериментальные исследования по повышению тягово-сцепных свойств колесных тракторов классов на осушенной торфяной залежи и выработке научно-обоснованных рекомендаций.

УДК 502.654

Балынский М.В. Науч. рук. Поликарпова Н.Н.

## **Воздействие горного производства на биосферу**

Белорусский национальный технический университет

Горное производство ведет к ощутимым воздействием человека на окружающую среду. Для всех способов разработки месторождений характерно воздействие на биосферу, затрагивающее практически все её элементы: водный и воздушный бассейны, землю, недра, растительный и животный мир.

Это воздействие может быть как непосредственным (прямым), так и косвенным, являющимся следствием первого. Размеры зоны распространения косвенного воздействия значительно превышают размеры зоны локализации прямого воздействия и, как правило, в зону распространения косвенного воздействия попадает не только элемент биосферы, подвергающийся непосредственному воздействию, но и другие элементы.

В процессе горного производства образуются и быстро увеличиваются пространства, нарушенные горными выработками, отвалами пород и отходов переработки и представляющие собой бесплодные поверхности, отрицательное влияние которых распространяется на окружающие территории.

В связи с осушением месторождений и сбросом дренажных и сточных вод (отходов переработки полезных ископаемых) в поверхностные водоёмы и водотоки резко изменяются гидрогеологические и гидрологические условия в районе месторождения, ухудшается качество подземных и поверхностных вод. Атмосфера загрязняется пылегазовыми организованными и неорганизованными

выбросами и выделениями различных источников, в том числе горных выработок, отвалов, перерабатывающих цехов и фабрик. В результате комплексного воздействия на указанные элементы биосферы существенно ухудшаются условия произрастания растений, обитания животных, жизни человека. Недра, являясь объектом и операционным базисом горного производства, подвергаются наибольшему воздействию. Так как недра относятся к элементам биосферы, не обладающим способностью к естественному возобновлению в обозримом будущем, охрана их должна предусматривать обеспечение научно обоснованной и экономически оправданной полноты и комплексности использования.

Воздействие горного производства на биосферу проявляется в различных отраслях народного хозяйства и имеет большое социальное и экономическое значение. Так, косвенное воздействие на земли, связанное с изменением состояния и режима грунтовых вод, осаждением пыли и химических соединений из выбросов в атмосферу, а также продуктов ветровой и водной эрозии. Приводит к ухудшению качества земель в зоне влияния горного производства. Это проявляется в угнетении и уничтожении естественной растительности, миграции и сокращении численности диких животных, снижении продуктивности сельского и лесного хозяйства, животноводства и рыбного хозяйства.

В настоящее время не представляется возможным дать сравнительную количественную оценку влияния на окружающую среду горного производства и других видов деятельности человека, поскольку отсутствуют научно-методические основы для такого сравнения. Применение же различных частных критериев не позволяет получить однозначный ответ на этот вопрос.

В таблице 1 дана качественная сравнительная оценка воздействия на окружающую среду некоторых видов промышленного производства.

Таблица 1. Сравнительная оценка воздействия различных видов промышленного производства на окружающую среду

Отрасль промышленности	Воздействие отраслевой промышленности на элементы биосферы						
	Воздушный бассейн	Водный бассейн		Земная поверхность		Флора, фауна	Недра
		Поверхностные воды	Подземные воды	Почвенный покров	Ландшафт		
Химическая и нефтехимическая	Си	Си	Ср	Ср	Н	р	Н
Металлургическая	Си	Си	Н	Ср	Н	Ср	О
Целлюлозно-бумажная	Ср	Си	Н	Н	О	Н	О
Топливно-энергетическая	Си	Си	Н	Н	Н	Н	О
Строительство	Н	Н	Н	Ср	Ср	Н	Н
Транспорт	Ср	Ср	Н	Н	Н	Н	О
Горнодобывающая	Ср	Си	Си	Си	Си	Ср	Си

Примечание: О – отсутствие воздействия, Н – незначительное воздействие, Ср – воздействие средней силы, Си – сильное воздействие.

Как следует из этой таблицы, горное производство оказывает наиболее широкое воздействие на биосферу, затрагивающее практически все её элементы. В то же время воздействие некоторых видов деятельности на отдельные элементы биосферы проявляется более интенсивно. Они обусловлены геомеханическими, гидрологическими, химическими физико-механическими, термическими изменениями.

Анализ проблемы взаимодействия горного производства и окружающей среды, позволил выявить

закономерности этого взаимодействия и наметить основные пути решения проблемы в будущем. Принципиальное значение имеет новая классификация видов и результатов воздействия горного производства на различные элементы биосферы, позволяющая более обоснованно разрабатывать стратегию развития горного производства.

Оптимизация воздействия горного производства на окружающую среду может быть достигнута путем создания экологизированного производства. Это требует широкого развития горно-экологических исследований, направленных на разработку и последующую реализацию.

Большую роль при этом играет подготовка горных инженеров с экологической направленностью образования. На кафедре горные работы БНТУ преподается дисциплина «Экология горного производства» и разрабатывается научное направление «Биофизика горных пород», основной задачей которой является выяснение механизмов взаимодействия биологической и минеральной составляющих биосферы.

#### Библиографический список

1. М.Е. Певзнер, В.П. Костовецкий, «Экология горного производства», - Москва, «Недра», 1990 г.
2. Голик В. И., Комащенко В. И., Леонов И. В. Горное дело и окружающая среда, издательство Академический проект, Культура, 2011. — 216 с.



УДК 622.277

Береснев В.А. Науч. рук. Березовский Н.И., Лесун Б. В.

## **Применение собственного сырья и отходов в изготовлении пористых строительных материалов**

Белорусский национальный технический университет

Горно-химическая отрасль при комплексном использовании минеральных ресурсов обеспечит максимальное извлечение полезных компонентов, содержащихся в горно-химических рудах, утилизацию вмещающих пород и отходов производства для удовлетворения потребностей других отраслей народного хозяйства, а также пополнит минерально-сырьевую базу отрасли за счет попутного извлечения других полезных компонентов, улучшит свои технико-экономические показатели [1]. В настоящее время интерес наблюдается к собственным природным ресурсам, где значительное место отводится торфяному фонду.

Новые задачи требуют для своего решения системных обращений к торфяному фонду. При этих запросах возникают трудности в формировании набора показателей, т.к. не вся необходимая информация может быть получена из имеющихся материалов.

Торфяная отрасль ориентирована на развитие новых инновационных производств по «альтернативным направлениям использования торфа и продукции на его основе» [2]. Эффективным вариантом использования торфа следует считать такой, который обеспечивает максимальную экономическую выгоду от использования потенциальной ценности полезного ископаемого при ограничении негативного воздействия на составляющие окружающей среды при этом использовании.

В Республике Беларусь выявлены угленосные отложения различного возраста. Однако из-за их маломощности промышленная добыча угля пока не организована. Торф по сравнению с бурым углем наиболее молодой вид ископаемого минерального топлива, залежи его формируются и в современную эпоху.

Особую группу нетрадиционных видов минерального сырья составляют отходы, образующиеся при добыче и переработке полезных ископаемых. Их следует рассматривать как существенные, но мало вовлеченные в развитие экономики ресурсы, использование которых позволило бы одновременно решать сырьевую и экологическую задачи [3].

Аглопоритовый щебень, песок, керамические блоки, кирпичи относятся к искусственным пористым материалам, получаемыми в результате термической обработки шихт из алюмосиликатных материалов природного происхождения и отходов промышленности. Применяют их в качестве заполнителей при изготовлении теплоизоляционных и конструкционных строительных материалов, и бетонов, а также в качестве утепляющих засыпок. Структурно-механические свойства сырьевых материалов определяют соответствующие методы их подготовки к термической обработке. Для выбора метода подготовки шихты основные исходные сырьевые материалы разделяют на следующие группы: сухие плотные или зернистые материалы – природные глинистые и углесодержащие сланцы от добычи и обогащения угля и топливные кусковые шлаки; рыхлые природные глинистые породы и отходы промышленности – глины, суглинки, супеси, лессы, а также глинистые углесодержащие отходы добычи и обогащения угля: сухие пылевидные или зернистые материалы – золы от сжигания углей и газогенераторные золы.

Природные глинистые породы применяют в производстве аглопорита, хотя с экономической точки зрения для этой цели целесообразны отходы промышленности. Добавки выбирают с учётом наличия местных сырьевых ресурсов и характеристик основных компонентов шихты.

По своему химическому составу вскрышные породы месторождения «Ольшанка» раньше использовались для производства аглопорита с добавками местного топлива, которое может создавать необходимую теплоту (до 4200 ккал/кг) сгорания в зоне агломерационной машины на основе торфа. В лабораторных условиях ранее использовались фрезерный торф, гранулы, сапрпель, древесные опилки и лигнин, которые являются отходами в топливной, деревообрабатывающей и гидролизной промышленности.

#### Библиографический список

1. Березовский, Н.И. Разработка инновационных технологий: монография/ Н.И. Березовский, С.Н. Березовский, Б.В. Лесун. – Минск: БИП, 2013. – 84 с.
2. Торф – государственная программа на 2008-2011 годы и на период до 2020 года. – Минск, 2008. – 140 с.
3. Березовский, Н.И. Основы экологии и энергосбережения / Н.И.Березовский, С.Н.Березовский, А.И.Лица. – Минск: БИП-С Плюс, 2011. – 64 с.

Бураковская А.В. Науч. рук. Бондаренко С.Н.  
**Изучение возможностей использования в  
строительстве отвалов вскрышных пород и отходов  
дробления щебня на ОАО «Гралево»**

Белорусский национальный технический университет

Доломит – минерал из класса карбонатов, а также горная порода, в основном состоящая из минерала.

Химическая формула:  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ .

Для наружных и внутренних отделочных работ доломит – идеальный отделочный материал. Он имеет, как правило, белый или серый цвет, однако, встречаются и другие оттенки: желтоватые, красноватые и так далее. Доломит принадлежит к классу карбонатов, являясь огнеупорным и очень стойким. Он наделен великолепными природными свойствами натурального камня. Среди них особо стоит отметить долговечностью, морозостойкостью, высокой прочностью.

Активно используется в последнее время доломит в строительной промышленности. Его применяют в качестве декоративно-облицовочного материала, а также для изготовления особых марок цемента.

Молотый доломит - идеальный вариант для рынка сухих строительных смесей. Зерна этого материала, в отличие от кварцевого песка, активно применяемого на большинстве предприятий, имеют кубовидную форму. Она обеспечивает повышенную адгезию. Такой наполнитель, как доказала практика, в сравнении с кварцевым песком, имеет самые наилучшие технологические показатели.

Содержащие известковый наполнитель сухие смеси, исходя из существующих европейских мерок, признаны самыми лучшими. Они относятся к смесям самого высокого класса. Нередко можно встретить доломитовый наполнитель в составе герметиков, мастик, резинотехнических изделий, линолеума, лакокрасочной продукции и т.д.

Мука из доломита – чистый природный материал, который добыт, перемолочен из доломитового камня, абсолютно экологический, с низким уровнем радиоактивности. Применения и свойства доломитовой муки заключаются в подсыпки в почву земли, для улучшения свойств качества, роста культур.

Как известно, доломиты, доломитизированные известняки и другие карбонатные горные породы широко применяются для производства асфальтобетонных смесей. При тонком измельчении отсева дробления доломитов, основная область применения полученного минерального порошка – изготовление искусственного асфальта на асфальтобетонных заводах, где минеральный порошок служит в качестве заполнителя, повышающего вязкость и клеящую способность битума.

Витебская область богата запасами общераспространенных полезных ископаемых – это доломит, глина, песок, песчано-гравийная смесь, торф и сапрпель.

На сегодняшний день разведанные запасы доломита составляют более 900 млн. тонн. Месторождения Гралево (самое крупное в республике) располагается в Витебской области.

Ежегодная добыча доломита составляет 4,5 млн. тонн. Добычу ведет открытое акционерное общество «Доломит», которое специализируется на выпуске

доломитового щебня для строительной отрасли и доломитовой муки для сельского хозяйства.

Продукция предприятия также используется в стекольном производстве, в дорожном строительстве, при производстве рубероида, резинотехнических изделий, сухих штукатурных смесей, герметиков, при изготовлении железобетонных изделий, в металлургической промышленности.

Технология переработки доломитового сырья является безотходным производством. Отсевы от производства доломитового щебня в объеме 600-700 тысяч тонн в год используются для выпуска доломитовой муки. В настоящее время под разработками находится более 300 гектаров. Добыча ведется открытым способом.

Химический состав доломита определяли с использованием стандартных методик химического анализа, рентгенофлуоресцентной и лазерного эмиссионной спектроскопии

Колебания массовых долей оксида кальция и оксида магния между партиями составляло не более 0,75 %.

Отсевы дробления щебня по внешнему виду представляют собой мелкокусковой материал с резкими угловатыми гранями.

Цвет проб нижнего уровня сероватый с темными вкраплениями, верхнего уровня – кремовый или светлорыжий с серыми и темными вкраплениями.

Типичный гранулометрический состав отсева по фракциям представлен в таблице 1.

Средние показатели химического состава отсева дробления (содержание основных оксидов и карбонатов) на ОАО «Доломит» представлены в таблице 2.

Таблица 1. Гранулометрический состав отсевов дробления доломита

Размер сита, мм	Полный остаток на сите, %
10	2,2
5	40,0
3	45,0
1	66,0
0,63	67,0
Менее 0,63	33,0

Таблица 2. Среднее содержание основных оксидов (карбонатов) в составе отсева дробления

Оксиды (карбонаты)	%
$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	95
$\text{CaCO}_3$	45,5 – 52,0
$\text{MgCO}_3$	45,5 – 52,0
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,10–1,70
$\text{SiO}_2$	0,11–1,30

В результате проведенных исследований химического и гранулометрического состава можно рекомендовать использование отсевов дробления доломитовой породы, а также продукта их дополнительного измельчения (доломитовой муки) в качестве техногенного сырья для изготовления асфальтобетонной смеси, как материал уменьшающий скольжение при гололеде, а также для изготовления функциональных материалов (звукоизолирующих и энергосберегающих) в дорожной и строительной отрасли.

Гутич В.М. Науч. рук. Басалай Г.А.

## **Анализ моделей взаимодействия колеса с опорным основанием**

Белорусский национальный технический университет

Всевозрастающий спектр применения колесных машин: автомобилей высокой проходимости и транспортеров-тягачей, тракторов общего и сельскохозяйственного назначения, а также сложность определения параметров системы "тяговая машина – опорное основание", определяющим звеном которой является движитель, предопределили несколько принципиальных подходов и моделей, позволяющих анализировать работу колеса в зависимости от его конструктивных особенностей, деформационных свойств опорного основания, действующих нагрузок и режимов движения машины.

В модели, предложенной И. Рокаром, параметром, определяющим силу тяги, является псевдоскольжение. Дальнейшее развитие она получила в трудах Д.А. Антонова, А.А. Хачатурова, А.С. Литвинова и других ученых.

Более полную теорию качения колеса предложил академик М.В. Келдыш, который исходил из того, что реакции дороги при отсутствии скольжения колеса определяются деформированным состоянием шины, которое задается четырьмя параметрами деформации. Значения реакций дороги, приведенные к центру пятна контакта, вычисляются дифференцированием силовой функции.



В инженерной практике наибольшее применение при изучении влияния продольных сил на движение колеса имеют формулы, предложенные акад. Е.А. Чудаковым.

Особый интерес представляют разработки по моделированию взаимодействия эластичного колеса с основанием, характеризующимся упруговязко-пластическими свойствами, представленные в работах М.А. Левина и В.П. Бойкова. В данной модели упругие свойства шины обозначены одной пружиной, имитирующей тангенциальную жесткость колеса на единицу длины его периферии  $C_1$ , и второй пружиной – радиальную его жесткость  $C_3$  деформации которых равны  $\lambda_1$  и  $\lambda_3$ . Модель почвогрунтового основания состоит из трех элементов.

В работе Казаченко Г.В. предложены зависимости для описания движения колеса, охватывающие все его режимы вплоть до полного скольжения, выведенные на основании применения к контактной площадке закономерностей математической теории трения и модели трения покоя Ф.А. Опейко.

Во многих работах, посвященных взаимодействию тракторных колес с сельскохозяйственными грунтами, за основу приняты закономерности деформации грунтов, предложенные В.В. Кацыгиным.

Наиболее совершенной из них представляется формула В.В. Гуськова, определяющая силу тяги колеса при движении по деформируемому грунту. Особенностью этой формулы является то, что она учитывает работу грунтозацепов. Однако, пользоваться ею затруднительно вследствие того, что некоторые параметры зависят от скорости сдвига. Поэтому на практике, по-прежнему, предпочтение отдается зависимостям, аппроксимирующим данные экспериментов.

Научная работа В.А. Гнеушева посвящена теоретическому обоснованию и экспериментальному подтверждению возможности повышения тягово-сцепных свойств колесного движителя на торфяной залежи за счет совершенствования конструкции грунтозацепов, в частности – "волнистой" формы, использованных в жестком уширителе к ведущему колесу. При этом предложено уравнение для расчета сцепления колесного движителя, оснащенного грунтозацепами, в широком диапазоне физико-механических свойств залежи и, во-вторых, определено условие самоочищаемости рисунка протектора по предельно минимальному условию равенства между центробежной силой и силой прилипания при определенной окружной скорости колеса в зависимости от конструктивных параметров грунтозацепов а также плотности и липкости торфа. Однако, по-нашему, противоречивым является один из основных результатов, т. е. целесообразность повышения коэффициента сцепления колеса с грунтозацепами "волнистой" формы в 1,1 – 1,5 раза в сравнении с колесом, оснащенный серийной шиной (11-38) Ф-2А, за счет резкого снижения тягового КПД в 1,3 – 2,5 раза экспериментального колеса из-за значительных потерь энергии на самопередвижение. Это оправдано лишь как временная мера повышения тяговых свойств колесного движителя при необходимости эксплуатации его на осушенной торфяной залежи повышенной влажности.

УДК 622.112

Ельницкий С.В. Науч. рук. Басалай Г.А.

## **Повышение эффективности работы цепного бара щеленарезной машины**

Белорусский национальный технический университет

Повышение устойчивости горных выработок при подземной разработке месторождений калийных солей достигается разгрузкой их от горного давления.

Одним из эффективных методов, широко применяемым на рудниках ОАО «Беларуськалий», является нарезка компенсационных щелей по контуру магистральных штреков, т. е. в почве, стенках и кровле выработок. Однако это сопряжено со значительными затратами энергии на фрезерование большого объема массива горной породы, т. к. только протяженность основных горных выработок исчисляется сотнями километров, при этом глубина щели достигает 2 м при ширине 0,14 м. Данная технологическая операция проводится щеленарезными машинами типа «Урал-50», МЗЩ-140 (рис.1) или «Payls», исполнительным органом которых является цепной бар.

В работе проведена оценка энергозатрат на работу цепного бара щеленарезной машины. Затраты энергии на работу цепного бара в значительной степени зависят от физико-механических свойств слагаемых пород, положения прорезаемой щели по сечению горной выработки, режимов фрезерования, а также от конструктивных параметров исполнительного органа и типа зубков.



Рис. 1 – Общий вид щеленарезной машины МЗЦ-140

Предлагается снизить энергозатраты на фрезерование в породы и повысить производительность цепного бара по транспортированию породной мелочи при нарезании щели в почву выработки за счет модернизации схемы расстановки фрезерующих зубков на тягово-приводной цепи, а также установкой транспортирующих элементов.

Увеличение ресурса цепи бара можно достичь улучшением динамической балансировки его движущихся частей от сил сопротивления резанию.

Жевнеренко А.С. Науч. рук. Бондаренко С.Н.  
**Использование в строительстве отвалов  
вскрышных пород и отходов дробления щебня  
предприятия ОАО «Гранит»**

Белорусский национальный технический университет

Гранит – это обогащенная кремнеземом горная магматическая порода, которая входит в число самых распространенных каменных пород вулканического происхождения и широко используется в качестве высококачественного строительного материала. Особенности этого природного неорганического материала является высокая плотность, особая прочность, массивность и специфическая фактура. Твердость гранита в основном зависит от содержания в нем кварца. Порода имеет много разновидностей, отличающихся зернистостью, химическим составом и соотношением входящих в нее минералов.

Отсев гранитного щебня – попутный материал, образующийся в процессе дробления и измельчения горной породы. Это сыпучий минеральный порошок с размером зерен в пределах 0 - 5 мм. Производится методом отсева остатков дробления горных пород, либо формируется при производстве гранитного щебня.

Гранитные отсева в Республике Беларусь – это, прежде всего отходы производственной деятельности по дроблению гранитного щебня на ОАО «Гранит» в Микашевичах. Его продукцией является гранитный щебень различных фракций, востребованный строительной отраслью материал, который используется в качестве заполнителя для монолитных бетонов, сборных бетонных

и железобетонных конструкций, а также для всех видов дорожных строительных работ. На данном этапе мощности предприятия по щебню составляют 8,2 млн/год. На сегодня ОАО «Гранит» выпускает щебень марки 1400 различных фракций: 5–10, 10–20, 5–20, 20–40, 40–70, смеси фракций от 5 до 20 мм второй, третьей и четвертой групп.

Физико-механические показатели щебня самые высокие по прочности, истираемости и морозостойкости. В процессе камнедробления также образуется большое количество пыли, которая улавливается циклонами, и может быть использована в тех же областях, что и отсева, поскольку имеет идентичный с отсевами химический состав.

Преимущество данных гранитных отсевов заключается в том, что химический состав входящих в них оксидов колеблется в небольших пределах вследствие перемешивания во время неоднократно повторяющейся процедуры промежуточного дробления. Это обстоятельство предположительно позволяет обеспечить возможность использования этих отсевов в качестве базового сырьевого компонента в составах асфальтобетона и цементобетона.

Химический состав представительных проб отвальной породы месторождения «Микашевичи» сведен в таблице 1.

Таблица 1. Сводный усредненный компонентный и химический состав представительных проб трех уступов месторождения «Микашевичи»

Компонент	Si <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO + MgO%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
Содержание	94 - 96	0,25 - 0,4	1,3 - 1,5	2 - 3
*Среднее содержание глинистой компоненты в пробах трех уступов - 3-6%				

Внешний вид проб отвальных песков месторождения «Микашевичи» представлен на фотографиях (рисунок 1). Фракционный (гранулометрический) состав уступов месторождения «Микашевичи» показан на рисунке 2.

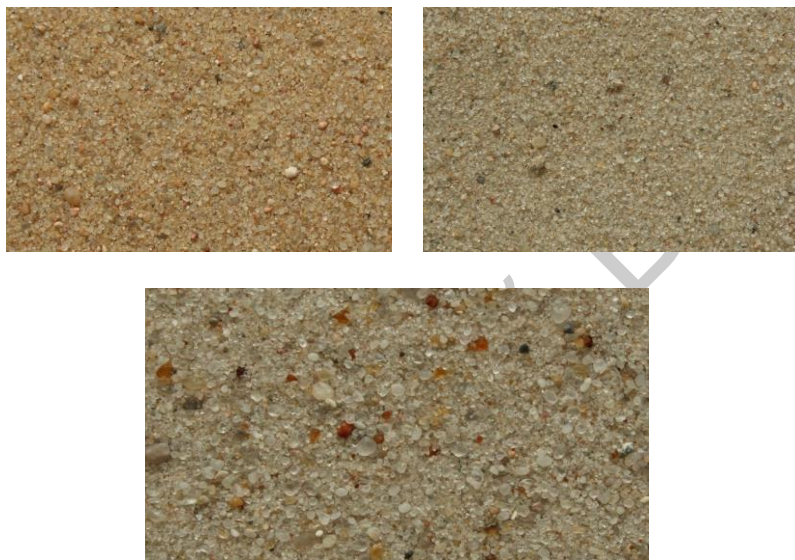


Рис. 1 – Внешний вид песка отвальной породы

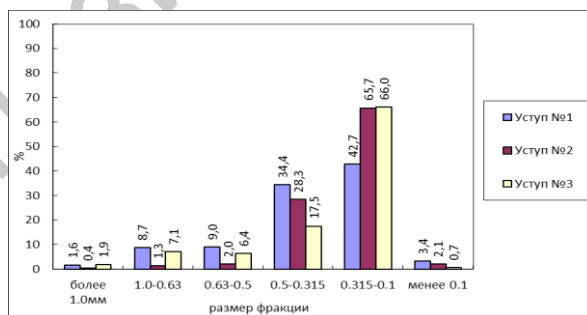


Рис. 2 – Фракционный (гранулометрический) состав уступов месторождения «Микашевичи»

Приведенные результаты, полученные при выполнении технологических исследований позволяют сделать вывод о возможности использования вскрышных песков месторождения «Микашевичи» как сырья:

- для производства изделий из ячеистого бетона;
- для производства силикатного кирпича и изделий из плотного силикатного бетона;
- для производства обыкновенного бетона, в качестве мелкого заполнителя;
- для приготовления строительных растворов;
- для балластного слоя железнодорожных путей;
- для строительства автодорог;
- в качестве формовочных песков для литья.



Загоровский Ю.В. Науч. рук. Казаченко Г.В.

**Математическое моделирование принципиально нового привода самоходного вагона**

Белорусский национальный технический университет

На калийных рудниках для доставки отбитой проходческим комбайном горной массы к конвейерам на расстояния до 200 метров используют колесные самоходные шахтные вагоны (ШВС) (рис. 1). Привод колес вагона осуществляется от электродвигателей по бортам, их свойства обуславливают большую динамичность трогания с места и остановки ШВС, а значит и высокую нагруженность приводов колес, дергания вагона на этих режимах движения. Такая особенность характерна также и для новых зарубежных и отечественных моделей самоходных вагонов. Использование частотного регулирования тяговых электродвигателей не устраняет отмеченной динамики.



Рис. 1 – Размещение и движение самоходного вагона в шахте

Динамические нагрузки в приводе колес и на водителя возрастают с увеличением ускорений вагона при трогании с места и разгоне, а также при торможении. Поэтому реальный путь снижения таких нагрузок состоит в управлении темпом нарастания крутящего момента, передаваемого от электродвигателя к первичному валу привода колес в начале трогания и согласования работы электродвигателя и привода при торможении. При этом числовые значения допустимых ускорений самоходного вагона можно принять по аналогии с тягово-транспортными полноприводными колесными низкоскоростными машинами, для которых такие уровни ускорений достаточно исследованы и обоснованы.

Технические средства, позволяющие достичь приемлемого по критериям динамической нагрузки и ускорения водителя закона набора скорости вагоном, достаточно разнообразны, однако все требуют дополнительных затрат. Поэтому необходимы исследования эффективности предлагаемых технических решений.

При ограничении продольного ускорения значением  $a$  м/с<sup>2</sup> и при рабочей скорости вагона  $v$  м/с целесообразная графическая диаграмма половины цикла движения имеет вид, показанный на рис. 2.

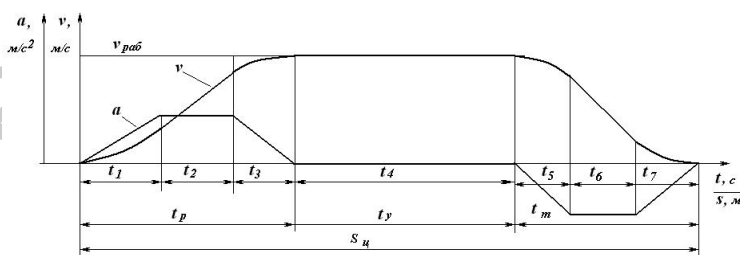


Рис. 2 – Изменения ускорения и скорости ШВС

В период трогания с места и разгона ( $t_p$ ) ускорение вначале растёт до значения  $a$ , затем остается некоторое время ( $t_2$ ) постоянным, а далее убывает до нуля ( $t_3$ ). После чего необходимое для преодоления пути время ( $t_4$ ) вагон движется с установившейся рабочей скоростью  $v$  до начала торможения. При торможении ускорение меняет знак, причем также вначале оно растёт ( $t_5$ ), в период  $t_6$  - остается постоянным, а к окончанию торможения ( $t_7$ ) уменьшается до нуля.

Как следует из наблюдений за нагрузками в приводах колес их максимальные значения соответствуют периодам  $t_1$  и  $t_5$  (см. рисунок 4), а в периоды  $t_2$  и  $t_6$  они превышают нагрузки, характерные для периодов  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_7$ . Следовательно, необходимы такие усовершенствования штатных приводов колес самоходного вагона, которые обеспечат приемлемую динамику нагрузок на привод и допустимые по санитарным нормам уровни продольных колебаний водителя как раз в периоды ( $t_1 - t_2$ ) и ( $t_5 - t_6$ ).

Для устранения вышперечисленных недостатков конструкции ходового механизма возможны несколько вариантов технических решений, способных обеспечить целесообразный характер динамики движения и нагрузок в трансмиссии самоходного вагона. Одним из них является применение устройства плавного пуска (УПП). Данное устройство позволяет осуществить безударный пуск и торможение электродвигателя, увеличить срок службы оборудования и снизить нагрузку на электросеть. Плавный пуск достигается путём регулирования напряжения на обмотках двигателя силовыми тиристорами.

Также возможно применение принципиально новых кинематических схем двухпоточного привода колес шахтного самоходного вагона, окончательная разработка которых ведется на данный момент:

- а) использования ручного регулирования;
- б) применения фрикционных управляемых муфт;
- в) применения гидроходообразователей;
- г) использования объемных гидромеханических передач (ОГМП) – так называемых двухпоточных передач.

В ходе работы применены такие вычислительные и графические программы, как Mathcad и Microsoft Excel, а также система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D.

#### Библиографический список

1. Системы САПР / Большаков В. П., Бочков А. Л. – Мн.: Дизайн ПРО, 2004. – 640 с.
2. Динамика колесных машин: монография / И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2006. – 462 с.
3. Андрианов, Д.С. Исследование комбинированной системы поворота самоходного вагона / Д.С. Андрианов, науч. рук. Г.А. Таяновский // Сб. науч. тр. IX-й Международной конференции молодых ученых и студентов БНТУ, Минск, 29-31 окт. 2013 г. / БНТУ – Минск, 2013. – С. 22-24.

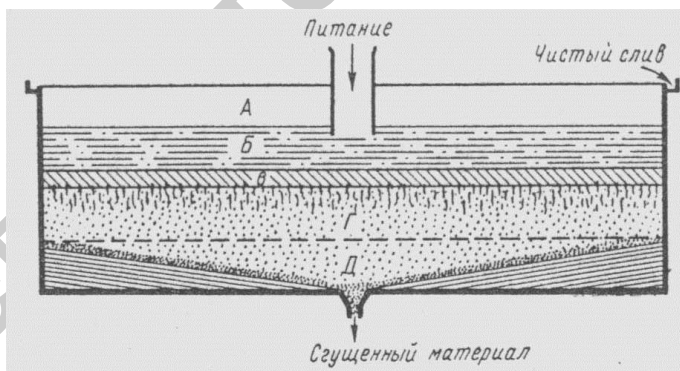
УДК 622.2

Ильюкевич П.П. Науч. рук. Басалай Г.А.

## Особенности проведения технологических процессов сгущения шламовых и галитовых отходов

Белорусский национальный технический университет

Сгущение – процесс повышения концентрации твердого в пульпе, происходящий в результате осаждения в ней твердых частиц под действием гравитационных или центробежных сил. В сгустителе при оптимальном заполнении его материалом и установившемся режиме существует несколько зон (рис. 1). Вверху располагается зона осветленной жидкости, ниже – зона пульпы исходной плотности. Внизу находится зона уплотнения (консолидации). В этой зоне жидкость выделяется из пульпы в результате давления находящегося выше материала. В придонном слое пульпа дополнительно уплотняется гребками.



Зоны сгущения: А - зона чистой или осветлённой воды.

Б - зона свободного падения частиц; В - зона осаждения или сгущения; Г - основная рабочая зона сжатия или уплотнения; Д - зона сгущённой пульпы

**Рис. 1. Процесс сгущения**

Сгущение происходит с помощью специального механизма – вращающегося в ванне с суспензией сеточного цилиндра в котором создаётся разрежение. Внутри цилиндра образуется слой сгущенной массы, которая отделяется от него лопастями или валиками. Двумя основными критериями оценки работы осадительного оборудования являются чистота слива и максимальная плотность твердого в разгрузке.

Двумя основными критериями оценки работы осадительного оборудования являются чистота слива и максимальная плотность твердого в разгрузке.

Сгущение в основном производится в цилиндрических (радиальных) сгустителях с механической разгрузкой осадка. В зависимости от устройства механизма разгрузки осадка и, главным образом, от расположения привода этого механизма цилиндрические сгустители делятся на два типа: с центральным приводом и с периферическим. Сгустители с центральным приводом и граблинами, закрепленными на консольном валу, по высоте могут иметь один или несколько ярусов. По этому признаку сгустители подразделяются на одно- и многоярусные.

В процессе сгущения применяются различные реагенты: известь, едкий натр, серная кислота, сульфаты металлов, квасцы. Они используются в качестве электролитов-коагулянтов, под действием которых частицы слипаются в агрегаты, скорость осаждения которых увеличивается по сравнению с единичными частицами. В качестве флокулянтов используются также высокомолекулярные соединения – полиакриламид, сепаран, полиоксиэтилен.

Для отделения твердого остатка от раствора на отечественных заводах повсеместно применяют сгустители. На некоторых зарубежных заводах,

работающих по схеме одностадийного выщелачивания, пульпу подвергают фильтрации на вакуум-фильтрах.

Сгустители – достаточно надежный агрегат непрерывного действия, позволяющий с минимальным расходом электроэнергии и небольшими затратами труда на обслуживание выделить из пульпы большую часть твердого. Недостаток этих аппаратов заключается в низкой удельной производительности, громоздкости и большой площади цеха, необходимой для их установки.

Сгуститель представляет собой цилиндрический чан с коническим днищем диаметром 9-18 м и высотой 3-5 м, оборудованный подвесным перегребным механизмом с центральным приводом. В центре днища имеется выпускное отверстие для сгущенной пульпы. В верхней части чана по всему периметру с внутренней стороны устраивают кольцевой желоб для сбора верхнего слива. Чан изготавливают из деревянных клепок, стальных листов или железобетона и футеруют свинцом или кислотостойкой керамикой. В качестве подслоя применяют рубероид на битуме, уложенный в несколько слоев. Коническое днище с углом наклона к горизонту 8-15° служит для облегчения передвижения сгущенного твердого материала от периферии к центру.

Подвесной перегребной механизм состоит из привода, вертикального вала и крестовины с гребками. Все эти сооружения крепятся на ферме, установленной на опорах. Два плеча крестовины доходят до стенок чана, а два других имеют длину, равную  $\frac{2}{3}$  радиуса чана. Перегребной механизм и вал изготавливают из кислотостойкой стали. Вал можно перемещать по вертикали вдоль своей оси на расстояние до 400-500 мм. Скорость вращения перегребного механизма – один оборот в 3-5 мин.

Мощность электродвигателя привода вращения не превышает 3-5 кВт.

Направленная на сгущение нейтральная или кислая пульпа поступает в приемник-распределитель с решеткой, указанный в центре сгустителя и погруженный в раствор. При движении пульпы от центра к периферии ее твердые частицы оседают на дно сгустителя, а жидкая часть переливается через борт кольцевого желоба и направляется на дальнейшую переработку. Осевшие на дно чана твердые частицы с помощью перегребного механизма перемещаются к центральному выпускному отверстию и через определенные промежутки времени в виде сгущенной пульпы откачиваются из сгустителя.

Производительность сгустителя рассчитывают по съему верхнего слива с  $1 \text{ м}^3$  площади сгущения. На нейтральной пульпе сгустители способны выдавать 3-5  $\text{м}^3$  осветленного раствора на  $1 \text{ м}^2/\text{сут}$ , а кислые сгустители (для которых требования к верхнему сливу по содержанию твердого менее строгие) – до 7  $\text{м}^3$  на  $1 \text{ м}^2/\text{сут}$  в зависимости от режима работы сгустителя содержание твердого в сгущенной пульпе составляет от 40 до 50 % твердого, в верхнем нейтральном слое оно не превышает 1-2 г/л, в кислом достигает 80-100 г/л.



УДК 622.

Ильюкевич П.П. Науч. рук. Басалай Г.А.

## **Анализ аппаратов для проведения процессов сгущения и обесшламливания пульп, осветления оборотных вод и растворов и суспензий**

Белорусский национальный технический университет

В работе проведен анализ различных по принципу действия и конструктивному исполнению аппаратов для сгущения и обесшламливания пульп, осветления оборотных вод и растворов и суспензий в различных отраслях промышленности.

**1. Высокопроизводительные компактные сгустители «НПО «Пассат»** могут быть использованы для сгущения (обезвоживания) в горнорудной и химической промышленности, для очистки сточных вод. Нашли широкое применение в калийной промышленности для сгущения шламового и солевого продукта с получением осветленного маточного раствора. Серийно изготавливаются сгустители 10 м и 18 м.

Для сгустителей, работающих на флотационных пульпах, предусматривается система съема пены пеноъемниками в пеноприемник и удаление с процесса.

Сгуститель комплектуется деаэрационной емкостью, которая выполняет функцию деаэрации пульпы и аппарата перемешивания и контактирования пульпы с флокулянт.

Сгуститель снабжен центральным приводом гребкового механизма, на котором установлены «ворошители» для эффективного удаления жидкой фазы и воздуха из зоны уплотненного осадка.

В сгустителях П-30 проводится операция сгущения шламовых и галитовых отходов производства. В процессе

сгущения шламовых отходов получается оборотный маточник, который возвращается в технологический процесс, и разгрузка, направляемая на складирование в шламохранилище. Сгущение галитовых отходов выполняется для обеспечения оптимальной плотности питания операции фильтрации.

Основные заказчики сгустителей П-30 – сильвинито-обогащительные фабрики ОАО "Беларуськалий" по выпуску калийных минеральных удобрений.

**2. В пластинчатом сгустителе** конструкции «Ламелла», применяемой Metso, используется несколько параллельных наклонных пластин для достижения максимальной рабочей площади на единицу площади производственного помещения.

Области применения сгустителей IPS: производство песка и гравия; железорудная промышленность; очистка загрязненных грунтов; обработка угольной пульпы; калийная и химическая промышленность; десульфуризация дымовых газов; сепарация песка/воды в нефтедобывающей промышленности; производство известняка.

**3. Радиальные сгустители SETCO** применяются в водно-шламовых схемах современных обогащительных фабрик для улавливания самых тонких классов продуктов обогащения и осветления оборотной воды. Приводной механизм с высоким крутящим моментом и устройством автоматического подъема граблин, наличие бака деаэрации, снижающего проблему излишнего пенообразования, колодца подачи питания с регулируемыми шлюзами, датчика плотности осадка, управляющего подачей флокулянтов и работой насоса сгущенного продукта, обеспечивают сгустителям SETCO надежность, эффективность и производительность.

**4. Радиальные сгустители с центральным приводом** предназначены для сгущения и

обесшламливания пульпы, осветления оборотных вод и растворов и суспензий. Они применяются на предприятиях горно-обогатительного производства в металлургической, угольной, химической и других отраслях промышленности. Эти высокоэффективные аппараты являются не только осадительным оборудованием, но и особым видом обезвоживающего оборудования в сочетании с фильтрующими свойствами слоев пульпы. Сгустители состоят из сгустительного чана, гребковой рамы, приводного оборудования, подъемной гребковой рамы, питательного оборудования, разгрузочного оборудования и сигнального устройства для обеспечения безопасности.

Флокулянт добавляется в специальный концентрированный раствор. Поток вещества в радиальном сгустителе полностью перемешиваются с флокулянтом посредством вращения импеллера в чане.

**5. Одноярусный сгуститель с центральным приводом легкого типа** состоит из цилиндрического металлического чана со слабokonическим днищем. В центре чана имеется разгрузочный конус для выпуска сгущенного продукта, а по борту чана – кольцевой сливной желоб. В центре чана на уровне поверхности осаждения установлено загрузочное устройство для приема пульпы.

Гребковая рама сгустителя состоит из четырех радиально расположенных граблин с прикрепленными к ним гребками. Гребки установлены под определенным углом, позволяющим перемещать осадок к центру.

Исходная пульпа поступает в загрузочное устройство. Выйдя из питающего устройства, пульпа сначала движется вниз, а затем растекается от центра к кольцевому сливному желобу. При этом происходит осаждение взвешенных в пульпе твердых частиц и осветление воды, которая переливается через кромки

кольцевого сливного желоба по всей окружности чана и отводится из сгустителя. При сгущении флотационных концентратов, представляющих собой пенные продукты, устанавливают пеноотбойник.

Сгущенный продукт, оседающий на дно, перемещается гребками к разгрузочному конусу, откуда удаляется самотеком или откачивается диафрагмовыми или центробежными песковыми насосами.

Окружная скорость движения граблин зависит от крупности сгущаемых частиц (при сгущении тонких частиц – до 0,05 м/с, а при сгущении грубозернистых пульп скорость увеличивают до 0,15–0,2 м/с).

Радиальные сгустители с центральным приводом тяжелого типа выпускаются с диаметром чана 25 – 100 м.

**6. Сгуститель радиальный серии NZ** с центральным приводом представляет собой компактный малогабаритный осветлитель суспензии с повышенным содержанием тонких классов твердых частиц в питании, разделяющий ее на твердую и жидкую фазы под действием гравитационной силы. Сгуститель успешно применяется на обогатительных фабриках и металлургических заводах во всем мире.

К преимуществам таких сгустителей относят: прочность конструкции рамы и гребковой фермы для сгущения продуктов с высокой плотностью твердой фазы; низкое расположение гребковой фермы улучшает условия осаждения твердой фазы и осветления пульпы, нет взмучивания в верхних слоях; большая приспособленность для работы в зимних условиях под открытым небом.

**7.** В тяжелой металлургии пользуется ещё один вид сгустителя – **гидроциклоны**, которые очень необходимы при добыче полезных ископаемых. Они используются также в процессах переработки ископаемых в различные виды строительного стекольного песка. После сгущения,

содержание влаги в веществе составляет не больше 20%. Процедура по сгущению технологически не требует участия каких-либо реагентов, а параллельно со сгущением происходит и дешламация сырья.

Сегодня используются гидроциклоны универсального типа, с помощью которых осуществляют сгущение пульпы, начиная с предварительной стадии и до того момента её подготовки, при котором необходимо добавлять реагенты.

**8.** В США фирма **"Инвайро Клер"** разработала новые конструкции сгустителей с верхним и нижним питанием. При подаче питания через верхний горизонтальный питатель в сгустителе образуются зона осветленного слива и зона уплотнения, что позволяет поддерживать высокие скорости осветления жидкости без выноса твердых частиц в слив. Скорость осаждения твердых частиц в 6–10 раз выше по сравнению с обычными радиальными сгустителями.

При подводе пульпы снизу значительно улучшается осветление слива. В сгуститель с нижней подачей питание поступает под предварительно образованную постель из сфлуктурированного материала по вертикальной трубе снизу, ударяется о горизонтальную дефлекторную плиту, изменяет направление и растекается по постели в горизонтальном направлении. Вода поднимается вверх через множество каналов в слое сфлуктурированного материала и уходит в слив. В этом сгустителе отсутствует зона свободного осаждения. Подача материала на этот сгуститель в 6–7 раз выше, чем на обычный радиальный.

Высокоскоростной сгуститель фирмы **"Инвайро Клер"** отличается способом смешения флоккуланта с пульпой. В традиционных сгустителях питание часто флокулируется в питающем желобе и флоккулы часто разрушаются при переходе питания в загрузочное

устройство из-за турбулентности потока. Это исключается в сгустителях Инвайро Клер, где флокуляция обычно производится в специально сконструированной емкости. В сгустителе со взвешенным слоем разделение жидкой и твердой фаз происходит не только под действием силы тяжести, но и с фильтрацией воды через взвешенный слой.

9. Фирма "Эймко" (США) выпускает сгуститель **Суинг Лифт**, который отличается особой конструкцией гребкового механизма. Один конец гребковой рамы прикрепляется к основанию приводной колонны, второй удерживается тросами. Одна система тросов воспринимает вертикальные нагрузки, а вторая вращает гребки. При перегрузке гребки поднимаются, поворачиваясь вокруг шарнира. Сгустители изготавливаются диаметром до 76 м.

Восточно-Сибирским заводом тяжелого машиностроения выпускаются радиальные сгустители со взвешенным слоем углубленного типа **СВГ-18, СВГ-25, СВГ-30**. Сгустители предназначены для сгущения и обесшламливания пульп, растворов и суспензий, в том числе содержащих тонкодисперсные и трудноосаждаемые фракции, осветления оборотных и сточных вод. Интенсификация процесса сгущения в сгустителях типа СВГ связана с использованием взвешенного слоя. Максимальная удельная нагрузка по сгущенному продукту, допускаемая конструкцией сгустителя, –  $5 \text{ т/м}^2 \cdot \text{сут}$ .

10. Сгуститель «AKASET» предназначен для сгущения глинистых шламов в процессе осветления оборотного маточника при производстве хлористого калия.

Питанием сгустителя является слив г/сепараторов 2-й и 3-й стадий обесшламливания и слив пенного продукта с МПМ 4-й стадии обесшламливания.

Подаваемая в сгуститель суспензия поступает в деаэрационный бачок. Загрузочный конус позволяет более равномерно распределить питание по площади

поперечного сечения сгустителя. Под воздействием силы тяжести частицы опускаются вниз к разгрузочному конусу, а осветленный маточник через фильтрующий слой поднимается вверх и сливается через сливной порог в кольцевой желоб. Гребковый механизм транспортирует шламовый продукт к выгрузке, а вертикально расположенные граблины способствуют удалению воздуха.

**11. Отстойник** диаметром 9 м типа «Брандес» – цилиндрический резервуар с коническим днищем. По периметру цилиндрического чана сверху имеется кольцевой сливной желоб, обеспечивающий равномерный и постоянный слив осветленного продукта. Внутри корпуса смонтировано сгребующее устройство. На верхних планках расположен пеногаситель, скребок и опора. Пеногаситель собирает пену в желоб, расположенный по всему периметру отстойника, где гасится осветленной суспензией через форсунки. Принцип работы отстойника типа «Брандес» основан на непрерывном отстаивании и разделении суспензии на сгущенную суспензию (шлам) и осветленную жидкость. Суспензия непрерывно подается в середину резервуара отстойника через штуцер, где нерастворяемые твердые частицы оседают на коническое днище, а отстоявшийся осветленный раствор, поднимаясь выше уровня сливной кромки, вдоль верхнего края, сливается во внутренний кольцевой желоб и вытекает через штуцер.

Шлам – текучая, сгущенная суспензия с концентрацией твердой фазы не более 35-55 % – удаляется из резервуара при помощи диафрагмового насоса.

Внутри отстойника, параллельно коническому днищу, смонтированы граблики, которые непрерывно перемещают осаждающийся материал к разгрузочному отверстию.

Костюкевич И.Г. Науч. рук. Березовский Н.И.  
**К вопросу оценки рационального использования  
энергоносителей**

Белорусский национальный технический университет

Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития - одна из приоритетных задач государственной энергетической политики Республики Беларусь.

Решение проблемы обеспечения страны энергоресурсами в настоящее время рассматривается в двух направлениях:

- повышение эффективности использования существующих энергоносителей;
- разработка и внедрение новых перспективных способов производства энергоресурсов с учетом имеющейся в стране сырьевой базы.

Практический интерес представляют работы по производству твердого топлива из лигнина, древесных отходов, торфодобычи, льнокостры и других горючих материалов, а также их композиций. Целесообразность производства топлива из композиций определяется его энергетической эффективностью, которая оценивается расходом топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на единицу полезного тепла и выражается в граммах условного топлива (г у.т.), затраченного на 1 кВт·ч тепла.

Здесь учитывается влияние ряда переменных факторов (влаги топлива, характеристики топливных



компонентов композиции и их массовая доля в брикетах) на параметры, определяющие оптимальный расход ТЭР.

Статистическая обработка данных по энергоемкости процессов переработки торфа в брикеты показывает, что основные затраты энергии связаны с искусственной сушкой на заводах. Снижение влажности сырья на 8 % уменьшает расход энергии на заводскую сушку в 1,5 раза, а увеличение средней влажности на 1 % снижает производительность завода до 5 %, расход электроэнергии возрастает до 4,5 %. На работу завода заметно влияет насыпная плотность сырья. Так, при ее увеличении на 10 кг/м<sup>3</sup> производительность возрастает на 5 - 7 %, а удельный расход электроэнергии при этом уменьшается на 2 - 3 %.

Наименьшие потери ТЭР можно получить при производстве и использовании торфоуглелигнинных и торфоугольных гранул или брикетов. Брикеты по сравнению с гранулами характеризуются повышенными расходами ТЭР. Наименьшие потери ТЭР соответствуют торфоуглелигнинным и торфоугольным брикетам, затем следуют брикеты торфолигнинные, лигнинугольные, торфяные с влагой 15 и 25 %, лигнинные. Уменьшение расхода ТЭР при гранулировании топлива по сравнению с брикетами объясняется повышением КПД при сжигании гранул в специализированных котлах, снижением электроэнергии при гранулировании топлива, несмотря на некоторое увеличение влаги гранул.

Рациональное использование ТЭР можно представить в виде абсолютной экономии, которая происходит за счет снижения затрат ТЭР на единицу продукции, а также в виде относительной экономии, которая уменьшает энергопотребление регулированием режимов и экономией трудовых и материальных ресурсов.

Для выявления основных источников ресурсо- и энергосбережения и их количественной оценки сделан

анализ приходной (полезной) части, которая характеризуется теплотой сгорания топлива ( $E$ ) и расходной частью ТЭР - удельными затратами энергии [1]. Так, количество энергии (КДж/кг), получаемой от фрезерного торфа, зависит от его влажности ( $W$ , %) и зольности ( $A^C$ , %) (при ограничениях  $60 > W > 10$  и  $20 > A^C > 2$ ) колеблется в пределах 4 - 17 МДж/кг и определяется формулой

$$E = 22082 - 244W - 220A^C + 2,1WA.$$

Так, количество энергии (КДж/кг), получаемой от фрезерного торфа, зависит от его влажности ( $W$ , %) и зольности ( $A^C$ , %)

Для топливных брикетов (торф + уголь) полезная часть увеличивается примерно в 2 раза, для бурого угля групп Б2, Б3 – в 2 - 2,5 раза; для каменного угля классов П, К и О – в 2,2 - 2,8 раза. Эффективность различных видов твердых горючих ископаемых (ТГИ) оценивается расходом ТЭР на единицу полезного тепла, который выражается в граммах условного топлива (г у.т.), затрачиваемого на 1 кВт·ч. Для топливных брикетов наибольшую энергетическую ценность составляет композиция торф + уголь и торф + уголь + лигнин - 84-86 г у.т./кВт·ч. Брикеты по сравнению с гранулами характеризуются повышенными расходами ТЭР. Отсутствие искусственной сушки приводит к снижению удельного расхода ТЭР при производстве кускового торфа по сравнению с брикетами в 2,5 раза.

Суммарные энергозатраты процессов добычи  $\mathcal{E}_д$ , транспорта  $\mathcal{E}_{тр}$ , переработки  $\mathcal{E}_п$ , сушки  $\mathcal{E}_{сш}$  и брикетирования  $\mathcal{E}_{бр}$  формируются как

$$\Sigma \mathcal{E} = \mathcal{E}_д + \mathcal{E}_{тр} + \mathcal{E}_п + \mathcal{E}_{сш} + \mathcal{E}_{бр},$$

а модель расчета интегральной величины  $\sum \Delta$  при изменяющихся пределах по влажности ( $W$ ), времени транспортирования и переработки ( $t$ ), а также давления прессования ( $p$ ) представляется уравнением

$$\sum \Delta = \int_{W_1}^{W_2} d\Delta_d(W) + \int_{t_1}^{t_2} d\Delta_{тр}(t) + \int_{t_1}^{t_2} d\Delta_{п}(t) + \int_{W_1}^{W_2} d\Delta_{сш}(W) + \int_{p_1}^{p_2} d\Delta_{сп}(p).$$

Оценка экономической эффективности ТЭР определяется отношением энергосодержания (энергетической ценности) к полной энергоемкости или удельным энергозатратам (МДж/т).

Полные удельные энергозатраты ( $\Delta$ ) при удалении влаги можно разделить на два вида:

1) наибольшие  $\Delta$  наблюдаются при влагосодержании  $U < 2,7$  кг/кг и описываются уравнением  $\Delta = -75,32U + 208,1$ .

Колебания при  $2,0 < U < 2,7$  составляют от 5 до 50 КДж/кг воды;

2) наименьшие  $\Delta$  наблюдаются при влагосодержании при  $U > 2,7$  кг/кг. Справедливо следующее уравнение  $\Delta = -0,9U + 7,45$ .

Колебания при  $8,0 > U > 2,7$  составляют от 5 до 0,25 кДж/кг воды.

#### Библиографический список

1. Березовский Н.И., Разработка энергоэффективных технологий. – Минск: БИП-С-Плюс, 2006. – 219 с.

УДК 621.928

Макаренко А.С. Науч. рук. Цыбуленко П.В.

## **Сгустители суспензий калийного производства**

Белорусский национальный технический университет

Назначение сгустителей: сгустители могут быть использованы для сгущения (обезвоживания) в горнорудной и химической отраслях, а также для очистки сточных вод.

Задачи, решаемые с помощью сгустителей, позволяют различать следующие их типы:

- отстойники, называемые также осветлителями, основной задачей которых является осаждение шлама или осветление воды, причем массовая доля твердого в осадке не имеет значения;

- сгустители, главная задача которых - сгущение твердых частиц в осадок до определенной концентрации;

- сгустители-дешламаторы, применяемые для сбора вместе со сливом глинистых частиц, содержащихся в питании, и осаждения мелочи с меньшим содержанием глины.

В настоящее время нашли широкое применение в калийной отрасли для сгущения шламового и солевого продукта с получением осветленного маточного раствора сгустители П-30 (рис.1).

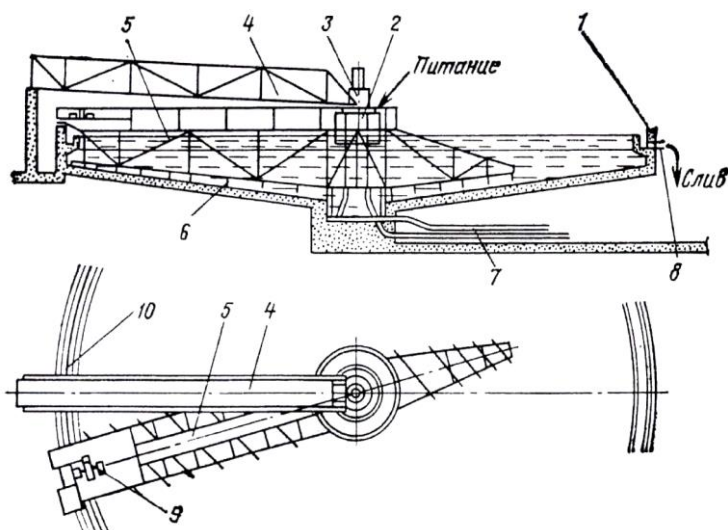


Рис. 1 – Сгуститель П-30

- 1 – чан; 2 – стойка; 3 – подшипниковая опора; 4 – ферма;  
 5 – подвижная ферма; 6 – гребки; 7 – шламоотвод;  
 8 – сливной порог; 9 – привод фермы; 10 – рельс

Выделение твердой фазы шламов на поверхность чана 1 осуществляется в поле гравитационных сил. Сгущенный продукт с чана удаляется гребками 6 вращающейся подвижной фермы в центральное отверстие. Данный сгуститель имеет размер чана диаметром 30 м. и глубиной 4 м. При этом производительность по пульпе составляет до 300 м<sup>3</sup>/ч. Недостатками П-30 являются большие занимаемые объемы, что вызывает необходимость размещать его на открытой площадке, малая скорость осаждения и как следствие низкая удельная производительность.

С целью устранения недостатков, имеющих у сгустителя П-30 фирмой «ООО Пассат» разработан

компактный высокопроизводительный осадитель с центральным приводом (рис. 2).

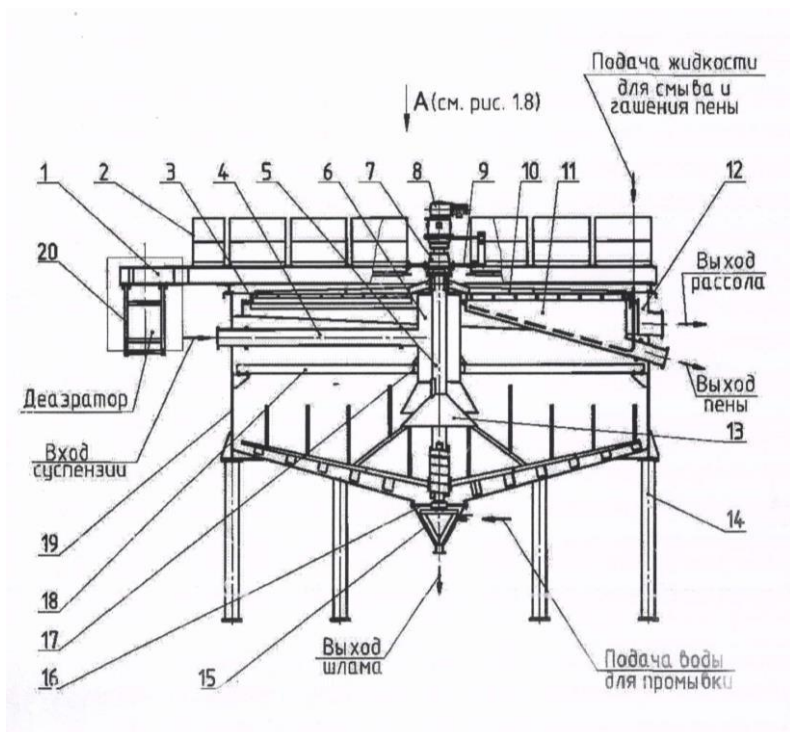


Рис. 2 – Сгуститель «ООО Пассат»

Отличительной особенностью данного сгустителя является малый диаметр чана – 10 м, высота 9,5 м. и наличие центрального привода вращающейся фермы с гребками. Производственные испытания сгустителя «ООО Пассат» на обогатительной фабрике хлористого калия показали, что разработанный сгуститель имеет высокую плотность сгущения, возможность регулирования и поддержания осветленного слоя и полную автоматизацию работы.

УДК 622.363

Маслов В.А. Науч. рук. Цыбуленко П.В.

## **Современные способы защиты от перегрузок щековых дробилок**

Белорусский национальный технический университет

Щековая дробилка является универсальной машиной для дробления материалов. Применяется для хрупких горных пород любой прочности

Для избегания поломок, увеличения работоспособности дробилки предусматриваются различные предохранительные устройства.

В настоящее время большинство щековых дробилок оснащено предохранительными устройствами к которым относятся распорные плиты, предохранительные муфты со срезаемыми штифтами, закладные пластины и др.

Такие устройства просты по конструкции, но ненадежны в работе, так как при предельных нагрузках разрушение их происходит недостаточно быстро, что приводит к частым поломкам приводов, кроме того, на замену этих устройств затрачивается значительное время.

В целях ликвидации этих недостатков в последнее время создан ряд новых устройств. Их можно разделить на пружинные, фрикционные и гидравлические.

Пружинное предохранительное устройство (рис.1), совмещенное с распорной плитой, выполнено в виде шарнирного треугольника. При попадании в дробилку недробимого тела пружинная сторона треугольника сжимается, и общая длина сокращается на необходимую величину. После прохода недробимого тела распорное устройство возвращает подвижную щеку на место.

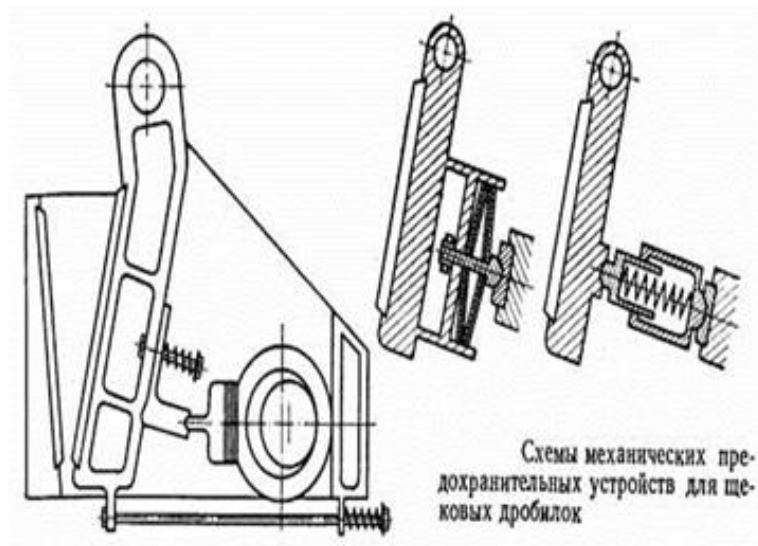


Рис. 1 – Схемы пружинных предохранительных устройств

Наиболее надежно работают фрикционные предохранительные устройства, основанные на механических зацеплениях, рассчитанных на предельный крутящий момент (рис.2).

Шкив-маховик свободно насажен на вал (рис. 2а), на выступе шкива шарнирно закреплена планка 1, прижатая к выступу пружиной 2. Свободный конец планки упирается в край канавки, находящейся на втулке 3, жестко связанной с валом. При внезапной остановке подвижной щеки планка, преодолевая сопротивление пружины, выходит из канавки и проскальзывает по втулке, обеспечивая свободное вращение шкива-маховика на валу.



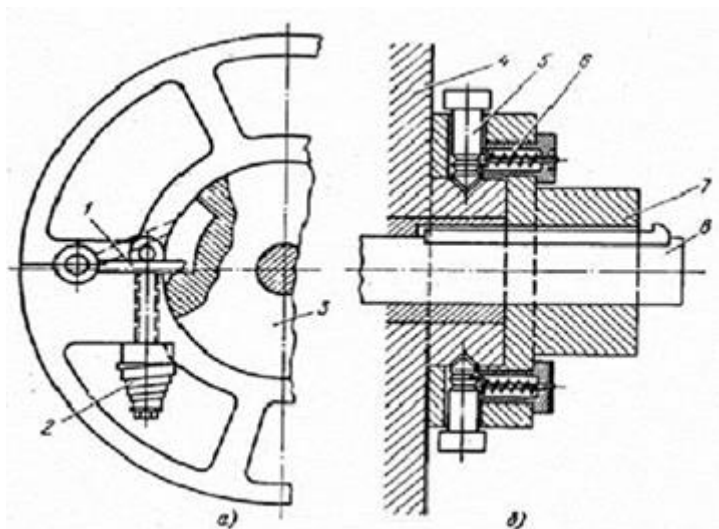


Рис. 2 – Схемы фрикционных предохранительных устройств

1 – планка; 2 – пружина; 3 – втулка; 4 – шкив-маховик;  
 5 – штифты конические; 6 – подпружиненные фиксаторы;  
 7 - ступица; 8 – вал.

В предохранительном устройстве (рис. 2б), сцепление приводного шкива с эксцентриковым валом осуществляется коническими штифтами 5, удерживаемыми в нужном положении подпружиненными фиксаторами 6. При возникновении крутящего момента, превышающего расчетный, конические концы штифтов выходят (выжимаются) из гнезд на ступице 7 шкива-маховика и шкив-маховик 4 свободно проворачивается на валу 8. Штифты удерживаются в отжатом положении фиксаторами и после устранения причин, вызвавших перегрузку, вручную возвращаются в рабочее положение.

Наиболее надежными и быстродействующими предохранительными устройствами являются гидравлические механизмы (рис. 3).

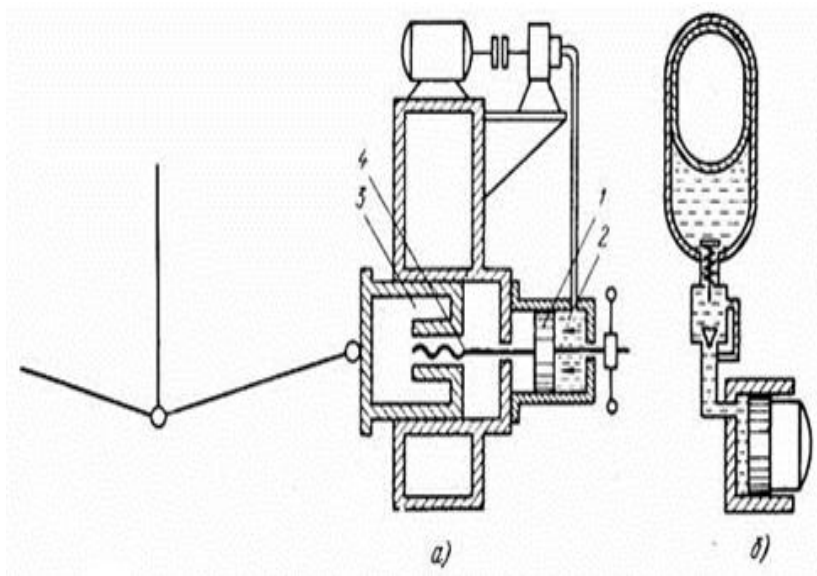


Рис. 3 – Схемы гидравлических предохранительных устройств

- 1 – поршень; 2 – гидроцилиндр;  
3 – ползун; 4 – винт регулировочный.

Поршень 1 (рис. 3а) гидравлического цилиндра 2 связан с ползуном 3 устройства регулировки выходной щели посредством регулировочного винта 4. Распорная плита дробилки опирается на ползун. При попадании недробимых предметов давление в цилиндре возрастает, жидкость через предохранительный клапан вытекает из цилиндра, и ползун и поршень перемещаются вправо за

каждый оборот вала на величину хода щеки и так до тех пор, пока усилия по распорной плите не достигнут величин, требуемых для дробления. Привод дробилки при этом продолжает работать. После прохождения недробимого предмета в цилиндр нагнетается определенный объем жидкости и ползун возвращается в первоначальное положение.

Помимо этого в гидравлическом предохранительном устройстве может использоваться гидропневматический аккумулятор (рис. 3б). При перегрузке жидкость перетекает из цилиндра в аккумулятор через отверстие с относительно большим сечением, что обеспечивает быстрое срабатывание устройства. Обратное в цилиндр масло проходит через канал с уменьшенным проходным сечением, постепенно восстанавливая первоначальное положение.

Несмотря на свою надежность, фрикционные предохранительные устройства уступают гидравлическим, т.к. требуют ручной наладки после срабатывания и необходимости освобождать камеру дробления от недробимых предметов перед последующим пуском дробилки.

Гидравлические предохранительные устройства позволяют перейти к нормальному режиму работы автоматически, без остановки дробилки.

УДК 622.112

Матусович Э.В. Науч. рук. Казаченко Г.В.

## **Особенности выбора некоторых параметров двухцепного скребкового конвейера**

Белорусский национальный технический университет

Изделия машиностроения используются во всех отраслях промышленности, транспорта, сельского хозяйства и других сферах деятельности человека. От развития машиностроения в большой степени зависит дальнейший научно-технический прогресс в целом.

На калийных рудниках в зависимости от выполняемых операций при погрузке, доставке и разгрузке полезного ископаемого, используют разнообразные самоходные пневмоколесные машины, в особенности, такие как шахтные вагоны (ШВС) (рис. 1). В качестве загрузочных и разгрузочных механизмов в самоходном вагоне применяется двухцепной скребковый конвейер.



Рис. 1 – Самоходный шахтный вагон с донным конвейером

Донный скребковый конвейер предназначен для равномерного размещения в кузове калийной руды и последующей ее выгрузки. Смонтирован конвейер в основной раме кузова ШВС и состоит из тягового органа, приводной и натяжной станций. Тяговый орган замкнут в вертикальной плоскости, его рабочая ветвь перемещается по днищу кузова, а холостая - по направляющим под днищем кузова. Тяговый орган состоит из двух пластинчатых цепей, связанных между собой скребками.

Целью данной работы является определение оптимального расположения тяговых цепей относительно скребка в ШВС.

Задачи данной работы – повышение эффективности работы скребкового конвейера, а также снижение энергозатрат при перегрузке калийной руды, разработка рациональных параметров скребкового конвейера.

Сущность и методика исследований – анализ существующих конструкций скребковых конвейеров и процесса работы самого конвейера; формирование методики и алгоритма выбора и расчета основных параметров конвейера.

При решении задачи данной работы используем метод математического моделирования для выполнения ряда расчетов и метод компьютерного моделирования для построения расчетной схемы и эпюры.

Для обоснования расположения тяговых цепей составлена расчетная схема (рис. 2) при действии на скребок постоянной нагрузки.

На основании расчетной схемы построена эпюра изгибающих моментов (рис. 2), действующих в теле скребка и составлены выражения для их вычисления.

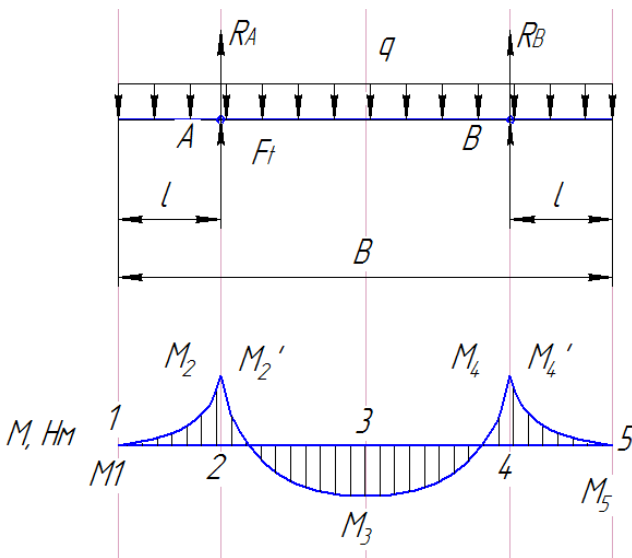


Рис. 2 – Расчетная схема и эпюра изгибающих моментов

Согласно схеме решения задач статики определяем, что для нахождения неизвестных реакций необходимо рассмотреть равновесие балки: сумма моментов относительно опоры в точке \$A\$ и в точке \$B\$ должны равняться нулю:

$$\sum M_A = 0; \sum M_B = 0.$$

Из условия равенства моментов в двух наиболее нагруженных сечениях 1 и 2 (рисунок 2) получено выражение для определения расстояния от конца скребка до места установки цепи. Это расстояние определяется формулой:

$$l = \frac{\sqrt{2}-1}{2} \cdot B,$$

где \$B\$ – ширина скребка.

Эта формула показывает, что оптимальное расстояние от конца скребка до места его соединения с тяговой цепью составляет примерно 20% длины скребка, по сравнению с базовым расположением цепей, которые закреплены по концам скребка. Данное расположение цепей позволяет изменить конструкцию скребка – уменьшить его толщину, при сохранении такой же прочности, как и при расположении цепи по концам скребка.

Рассмотрен рациональный выбор некоторых основных параметров двухцепного скребкового конвейера с точки зрения снижения максимальных значений изгибающих моментов в сечениях скребков. Обоснованы размеры и места расположения тяговых цепей относительно скребка в случае равномерного расположения горной массы по ширине конвейера. Использование рассчитанного расположения тяговых цепей позволяет повысить эффективность работы донного скребкового конвейера, а также снизить энергозатраты при перегрузочных работах самоходного вагона.

#### Библиографический список

1. Морев А.Б Горные машины для калийных рудников/ А.Б. Морев, А.Д. Смычкин, Г.А. Казаченко – Минск: Интегралполиграф, 2009. – 544 с.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. - 10-е издание, перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. - 592 с.

УДК 557.4:622

Подгорный Ю.Г. Науч. рук. Федотова С.А.

## **Очистка воздуха от торфяной пыли**

Белорусский национальный технический университет

В торфяном производстве торфяная пыль образуется при выполнении технологических операций по добыче фрезерного торфа и при брикетировании мелкофракционного фрезерного торфа. В первом случае торфяная пыль, представляющая собой крупные частицы торфа, сосредотачивается в нижнем слое атмосферы и быстро оседает под действием силы тяжести на полях добычи торфа.

Торфяные брикеты получают путем брикетирования мелкофракционного фрезерного торфа. При этом в ходе выполнения большинства технологических операций происходит загрязнение воздушной среды торфяной пылью, концентрация которой превышает предельно допустимую ( $4 \text{ мг/м}^3$ ). Значительная загрязненность воздушной среды пылью отмечается при разгрузке и довыгрузке вагонов в бункерном отделении ( $10,0 - 74,2 \text{ мг/м}^3$ ). Наиболее высокие концентрации наблюдаются в подготовительном и прессовом отделениях, где сосредоточено оборудование, являющееся источником пылеобразования (дробилки, грохота, прессы, транспортные средства).

В химическом отношении торфяная пыль представляет собой многокомпонентную систему, содержащую как высоко-, так и низкомолекулярные соединения. Пыль торфа полидисперсна с преобладанием мелких фракций: 55-65 % ее частиц имеют размеры до 5 мкм. Биологическое действие торфяной пыли обусловлено ее составными частями. Содержащиеся в ней органические вещества обладают кератолитическим и дубящим действием на кожу. При их воздействии кожа становится



сухой, теряет эластичность, что ведет к образованию трещин с последующим их инфицированием. Поэтому важна профилактика пиодермитов – проведение комплекса мероприятий, направленных на борьбу с факторами, способствующими возникновению заболеваний, и имеющих целью усиление сопротивляемости организма.

Хроническое ингаляционное действие торфяной пыли приводит к изменению иммунологической реактивности, она обладает также аллергенным действием. При анализе заболеваемости и результатов периодических медицинских осмотров рабочих торфобрикетных заводов отмечается повышенная частота заболеваний, которые можно связать с воздействием пыли торфа. В структуре заболеваемости одно из ведущих мест принадлежит болезням верхних дыхательных путей и бронхов (40 %). Хронические бронхиты развиваются у работающих, имеющих стаж работы более 5 лет.

Большинство частиц торфа при брикетировании, удерживающихся в воздухе в течение длительного времени, имеют диаметр 0,1-5 мкм. Тонкая и частично полутонкая пыль не осаждается в местах выброса при сухой атмосфере и может попасть в потоки региональных и глобальных загрязняющих веществ.

Очистка воздушных потоков от взвешенных в них твердых частиц может осуществляться, например, путем осаждения твердых частиц под действием различных сил: тяжести, центробежных, электростатических, акустических и др. Одним из наиболее простых и широко распространенных способов является центробежное разделение таких неоднородных систем. В качестве аппаратов-пылеуловителей, в которых можно осуществить этот способ, используют циклоны различных конструкций.

На практике широко используют циклоны НИИОГАЗа – цилиндрические (с удлиненной цилиндрической частью) и

конические (с удлинненной конической частью). Цилиндрические циклоны относятся к высокопроизводительным аппаратам, а конические – к высокоэффективным. Диаметр цилиндрических циклонов составляет не более 2000 мм, а конических – не более 3000 мм. На рисунке показана принципиальная схема циклона конструкции НИИОГАЗа типа ЦН. Он предназначен для сухой очистки газовых потоков от твердых частиц. В зависимости от требований, предъявляемых к очистке газов, циклоны могут иметь самостоятельное применение или использоваться в качестве первой ступени очистки в сочетании с другими газоочистительными аппаратами.

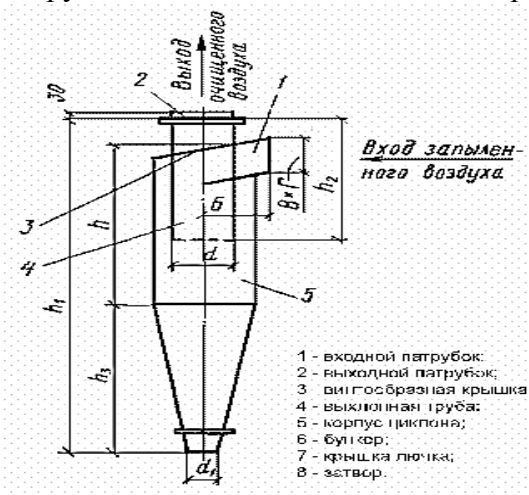


Рисунок – Схема циклона типа ЦН

Запыленный воздух входит в циклон через тангенциально встроенный патрубок 1 и, приобретая вращательное движение, опускается спиралеобразно вниз вдоль внутренней поверхности стенок цилиндрической и конической частей корпуса аппарата. Вращаясь вначале в кольцевом пространстве, образованном цилиндрической

частью корпуса циклона и выходным патрубком 2, а затем и в зоне, расположенной ниже торца выхлопной трубы, газовый поток образует внешний вращающийся вихрь. При этом развиваются центробежные силы, под действием которых твердые частицы, находящиеся в газовом потоке и обладающие значительно большей плотностью, чем газ, отбрасываются к стенкам корпуса циклона. Достигнув нижнего торца конической части корпуса циклона, твердые частицы поступают в бункер. Освобожденный от основной массы твердых частиц, воздушный поток попадает в выходной патрубок и, поднимаясь винтообразно вверх, удаляется из циклона.

Эффективность разделения системы газ-твердые частицы повышается с увеличением скорости газового потока и уменьшением радиуса циклона. Однако значительное увеличение скорости связано с резким возрастанием гидравлического сопротивления циклона и усилением местных завихрений, срывающих уже осевшие на внутренней поверхности циклона твердые частицы, что приводит к ухудшению очистки газа. Обычно наиболее эффективными являются скорости газа на входе в циклон в интервале 15 – 25 м/с или в расчете на полное поперечное сечение цилиндрической части циклона в интервале 2,5 – 4,0 м/с. Степень очистки газового потока зависит от размера и плотности твердых частиц, от плотности и вязкости газового потока, от типа циклона и его геометрических размеров и от скорости газового потока на входе в циклон. Эффективность циклона резко снижается при подсосе воздуха внутрь циклона, особенно через бункер. Допустимая величина подсоса 5 – 8 %.

#### Библиографический список

1. Страус В. Промышленная очистка газов – М., 1981.– 616 с.
2. Алиев Г.М. –А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. – М., 1986 – 544 с.

УДК 502.1

Рафалович Е.О. Науч. ред. Тарасов Ю.И.

## **Оценка экологических рисков в регионе освоения Старобинского месторождения калийных солей**

Белорусский национальный технический университет

Опыт эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей выявил ряд отрицательных экологических последствий деятельности РУП ПО «Беларуськалий». Это вызвано тем, что объединение является типичным представителем горнорудных предприятий, деятельность которых всегда вызывает существенные изменения структуры природных ландшафтов, и поверхность земли в этих районах в значительной мере меняет свой облик. Это проявляется, прежде всего, в оседании земной поверхности над отработанными подземными выработками и отчуждение больших площадей плодородных земель для хранения отходов обогатительных фабрик.

Хвостовое хозяйство калийного производства связано в основном с устройством солеотвалов из твердых галитовых отходов обогащения и строительством и эксплуатацией шламохранилищ для складирования жидких глинисто-солевых шламов.

Отличительной особенностью галитовых и шламовых отходов обогащения калийных руд является большое содержание в них легкорастворимых в воде солей. Шламохранилища и солеотвалы при растворения в них солей атмосферными осадками служат источниками образования и прогрессирующего накопления избыточных рассолов, что может привести к химическому загрязнению подземных вод с тенденцией расширения ареолов их засоления по площади и вглубь геологического разреза.

Институтом ОАО «Белгорхимпром» установлена возможность использования отработанных шламоохранилищ в качестве основания расширяемых солеотвалов, что позволяет значительно сократить площади занимаемые отходами калийного производства, и снизить затраты на создание противофильтрационного экрана в их основании. Нашими специалистами разработана также технология совместного складирования галитовых и шламовых отходов, позволяющая исключить строительство шламоохранилищ, и сокращает площади сельхозугодий, отводимых под хвостовое хозяйство. Разработана технологии регенерации отработанных шламоохранилищ, которая дает возможность неоднократно использовать построенные емкости для складирования шламовых отходов.

Внедрение новых технологических схем складирования отходов на РУП ПО «Беларуськалий» разработанных ОАО «Белгорхимпром» и использование отходов калийного производства в народном хозяйство позволяет на 30-40% сократить изъятие плодородных земель под складирование отходов калийного производства, почти в два раза уменьшить объем образования избыточных рассолов в районе размещения отходов обогащения калийных руд, тем самым существенно снизить экологический риск в Солигорском горнопромышленном районе.

Наиболее сложной является защита от подтопления населенных пунктов. Снижение влияния подработки на поверхность земли возможно при размещении под землей в выработанных пространствах отходов переработки калийных солей. Закладка отходов направлена в первую очередь на поддержание земной поверхности, на сохранение сельхозугодий, изымаемых под складирование

солеотходов, и на предотвращение засоления пресных подземных и поверхностных вод избыточными рассолами.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показал, что в условиях более совершенной выемки полезного ископаемого длинными очистными забоями наиболее приемлем пневматический метод закладки. Этот метод требует влажности подаваемого в рудник закладочного материала, не превышающей 6 %. Технологическая схема пневмозакладки выработок галитовыми отходами для РУП «ПО Беларуськалий» может состоять из следующих операций: обезвоживание солеотходов на центрифугах и их подача конвейерными установками к околоствольному приемному бункеру шахт; затем по металлическому трубопроводу самотеком к бункерам эксплуатационных горизонтов и от них к месту закладки ленточными конвейерами до пневмозакладочных машин, которые забрасывают отходы в забой.

Кроме этого, при добыче калийной руды и ее переработке в окружающую среду выбрасывается огромное количество газов и пылеаэрозолей. Загрязнение атмосферы вредными веществами происходит в результате работы вентиляторов главного проветривания, отдельных технологических установок обогатительных фабрик, котельных, ТЭЦ, выбросов других промышленных предприятий, эксплуатации транспортных средств.

Особенность эксплуатации соляных месторождений является возможность проникновения слабоминерализованных рассолов и пресных вод в выработки, и, как следствие, практически мгновенное оседание земной поверхности над затопленными участками.

Институтом «Белгорхимпром» разработан ряд технических решений, позволяющих локализовать

возможные поступления пресной и минерализованной воды в выработки и предотвратить затопления рудников.

Главным условием обеспечения безопасной подземной выработки, месторождений солей является сохранение полной водопроницаемости пород, под которыми залегают разрабатываемые пласты. Для этого требуется системный подход к решению проблем безопасной разработки месторождения с точки зрения горно-геологических условий, организация постоянного контроля и профилактических мер, периодическое уточнение и, при необходимости, пересмотр параметров системы разработки, мер охраны водозащитной толщи и подрабатываемых объектов на земной поверхности.

Таким образом, к экологическим рискам при освоении Старобинского месторождения калийных солей можно отнести: изъятие значительных земельных ресурсов на технологические нужды; оседание земной поверхности над горными выработками и, как следствие, заболачивание территории; возможное засоление избыточными рассолами.

УДК 557.4:622

Семашко А.В. Науч. рук. Федотова С.А.

## **Экологические проблемы Солигорского горно-промышленного района**

Белорусский национальный технический университет

По масштабам воздействия на окружающую среду добыча и переработка полезных ископаемых занимают ведущее место среди других отраслей промышленности. Источниками воздействия горного производства на окружающую природную среду являются открытые и подземные горные работы, обогатительные фабрики, отвалы и хвостохранилища и др. Масштабы этого воздействия определяются производственной мощностью предприятия, состоянием применяемого оборудования, совершенством технологических процессов, уровнем технологической дисциплины, размерами горного и земельного отводов, географическими и климатическими условиями и другими факторами.

С введением в эксплуатацию Старобинского месторождения калийных солей в 60-х годах прошлого века образовалось одно из крупнейших промышленных предприятий на территории РБ – ОАО «Беларуськалий». Антропогенное влияние данного производства оказывает негативное влияние на общую экологию как Солигорского района, в частности, так и на всю Минскую область.

Основной и самой масштабной экологической проблемой Солигорского района является просадка земной поверхности. Данное явление вызвано изъятием огромного объема горных пород из недр земли. На сегодняшний день на территории в 130 км<sup>2</sup> наблюдаются



вертикальные просадки земной поверхности со средним линейным отклонением в 4,0-4,5 м.

С функционированием ОАО «Беларуськалий» связано образование огромного количества промышленных отходов. Установлено, что около 76% от объёма всех промышленных отходов в РБ принадлежат ОАО «Беларуськалий». Количество промышленных отходов, накопленных на земной поверхности Солигорского района, в настоящее время превысило отметку в 700 млн. т. В зависимости от агрегатного состояния промышленных отходов, их складировать в специализированных сооружениях - солеотвалах и шламохранилищах. Солеотвалы в среднем достигают высоты в 90-100 м, а в отдельных случаях превышают 120 м. В настоящее время для хранения отходов отведено около 1,5 тыс. га ранее плодородных земель. Данные земли выведены из сельскохозяйственного оборота и в плане плодородия утрачены безвозвратно.

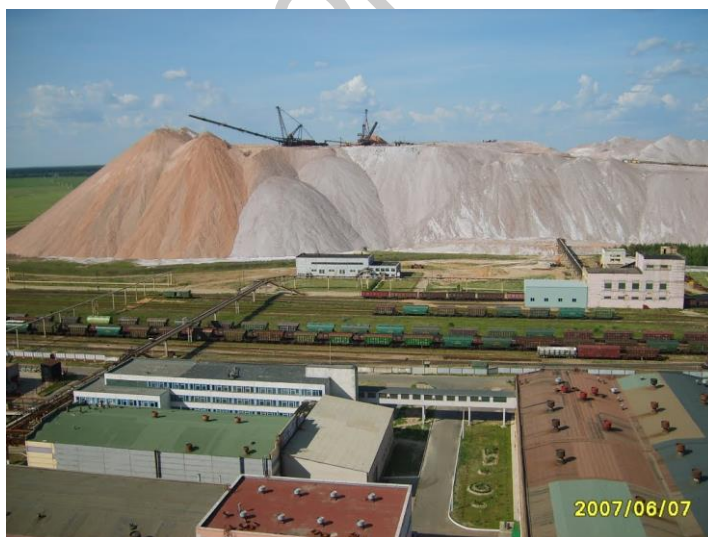


Рис. 1 - Солеотвалы. 4РУ

Происходит так же интенсивное загрязнение подземных вод. К основным зонам загрязнения относятся места складирования отходов калийного производства. Засоление подземных вод из данных зон распространяется на площади в 540 км<sup>2</sup>, что составляет пятую часть территории Солигорского района. Максимальная концентрация солей в подземных водах фиксируется скважинами, расположенными в непосредственной близости от источников засоления, или на удалении 100-300 м от них и достигает значения в 37,0 г/дм<sup>3</sup>. Границы засоления с минерализацией около 1 г/дм<sup>3</sup> прослеживаются на удалении 0,5-1,0 км. Скорость продвижения засоления оценивается от нескольких метров до десятков метров в год и увеличивается на порядок в зонах влияния водозаборных установок подземных вод.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на территории Солигорского горно-промышленного района являются промышленные предприятия и автотранспорт. Стационарные источники здесь выбрасывают около 10 тыс. т загрязняющих веществ в год. Около 98 % этой величины приходится на долю ПО «Беларуськалий». В составе выбросов преобладает диоксид серы. Специфическими загрязнителями воздушной среды в зоне воздействия калийных производств являются калийная пыль и хлористый водород.

Загрязнению подвержена и земная поверхность. Так выпадение солей на подстилающую поверхность в северо-восточной части Солигорска составляет 100 - 200 г/га в сутки, что в 2 - 3 раза выше фоновых величин. Это вызвано процессами частичного разрушения поверхности солеотвалов посредством ветровой эрозии.

Поступление техногенных веществ воздушным путем в местные ландшафты и миграция солей на

пониженные участки с боковым внутрпочвенным стоком обусловили засоление почв на значительной площади. При этом содержание водорастворимых веществ в почве в ряде случаев превышает 1,5 %.

Засоление почв по площади неравномерно. Наибольшее содержание солей характерно для пониженных участков, где их количество в почве в 1,5 - 2,5 раза выше, чем на рядом расположенных возвышенных элементах рельефа. Повышенное содержание солей в почве отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых в зонах воздействия калийных производств.

Влияние газопылевых выбросов калийных производств на лесные фитоценозы проявляется в возникновении морфо-анатомических дефектов листовых пластинок и крон, снижении активности плодоношения, снижении показателей прироста биомассы большинства исходных видов, перестройке состава и структуры растительных сообществ.

Экологические проблемы Солигорского горно-промышленного района порождены, прежде всего, большими объемами образующихся отходов. Как известно, возможны два пути решения проблемы отходов.

Первый - уменьшение их объемов или недопущение их образования путем изменения существующих технологических процессов или внедрения безотходных технологий.

Второй - создание дополнительных технологических линий по очистке, обезвреживанию или переработке и утилизации отходов.

#### Библиографический список

1. Певзнер М.Е. Горная экология. - М, 2003. - 395 с.

УДК 622.2

Ульдинович К.К. Науч. рук. Тарасов Ю.И.

## **Экологический ущерб при подземном и открытом способах добычи полезных ископаемых**

Белорусский национальный технический университет

Стремительный рост потребления природных ресурсов сопровождается не только изменение количественных масштабов антропогенного воздействия, но и появлением новых факторов, влияния которых на природу, ранее незначительное, становится доминирующим. Наносимый природным компонентам ущерб ведет к ощутимым последствиям «современная экологическая ситуация».

Горнопромышленный комплекс нашей страны – важнейший базовый элемент народного хозяйства - играет определяющую роль в народном хозяйстве и является поставщиком большей части минерального сырья и топлива. При суммарной добыче минеральных ресурсов более чем 6.5 млрд. т. общие потери в недрах составляют 2.5 млрд. т., в том числе устранимые при нынешнем уровне техники на сумму 5-7 млрд. руб. Вместе с тем оказывает значительное воздействие на окружающую среду : в атмосферу выбрасывается около 50 млн. т вредных веществ, в водоем сбрасывается более 2 млрд. м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод и складывается на поверхности земли более 8 млрд. т твердых отходов.

При производстве открытых горных работ в воздушную среду поступает значительное количество загрязняющих веществ, причем основным загрязняющим веществом вступает неорганическая пыль. Эмиссия данного вещества

приводит к постепенной деградации зеленых насаждений, снижение их продуктивности и утрате устойчивости. Под влиянием «чуждых» для организма веществ, нарушается структура клеток, снижается продолжительность жизни организмов, ускоряются процессы старения. Для человека особую опасность представляют собой пылинки, способные проникать в альвеолы и периферии легкого. В мировой практике с учетом рекомендаций Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в ряде стран осуществлен переход на нормированное содержание в воздушной среде частиц пыли с размерами не менее 10 мкм. В настоящее время нормирование запыленности воздушной сред осуществляется без учета конкретного дисперсного состава пыли.

Последствия негативного воздействия на окружающую среду компенсируются платежами за причиненный вред природе. Размер платежей определяется величиной выброса вредных веществ и классом их опасности. При этом нормы платежей дифференцированы, в зависимости от того превышает фактический выброс вредных веществ, установленных для предприятия лимит или нет.

Воздействие горного производства приводит к ухудшению качества земель в зоне влияния горного производства. Это проявляется в угнетении и уничтожении естественной растительности, миграции и сокращения численности диких животных, снижении продуктивности сельского и лесного хозяйства, животноводства и рыбного хозяйства.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды и сведения к минимуму сброса стоков в водоемы – внедрение оборотных и замкнутых систем водоснабжения. Обратную воду используют в теплообменных аппаратах для отведения избыточного

тепла, для промывки деталей, изделий, а также в качестве растворителя, или реакционной среды. В зависимости от целевого назначения оборотного водоснабжения схемы с охлаждением, с очисткой оборотной воды и комбинированные схемы с одновременной очисткой и охлаждением воды.

Методы очистки: механическая, химическая, биологическая, физико-химическая, комбинированная.

- Механическая очистка служит предварительным этапом очистки производственных сточных вод. Удаление взвешенных примесей достигается отстаиванием, фильтрованием или циклонированием.

- Химическую очистку используют для удаления растворимых примесей из сточных вод перед спуском их в водоем или городскую канализацию. Основные методы очистки: нейтрализация, окисление и восстановление.

- Физико-химические методы используют для глубокой очистки сточных вод, удаления из них тонкодисперсных взвешенных частиц и растворимых примесей. Процесс происходит при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока.

- Биологическая очистка осуществляется сообществом организмов, которое состоит из различных бактерий, водорослей, простейших, червей и др. Процесс очистки основан на способности этих организмов использовать растворенные примеси для питания, роста и размножения.

Таким образом: нужно повышать уровень современной техники и технологий, которые позволят обрабатывать минерально-сырьевые ресурсы без выбросов загрязняющих веществ. А так же следует строго соблюдать правила добычи и транспортировки полезных ископаемых.

Шелестович Т.С. Науч. рук. Петренко С.М.  
**Сравнение коэффициентов сопротивления  
 перемещению материала при вертикальном и  
 горизонтальном пневмотранспорте**

Белорусский национальный технический университет

Зависимость коэффициента сопротивления перемещению материала  $\lambda_m$  от совокупности реализуемых в каждом конкретном случае пневмотранспортирования режимных параметров и истинной объемной концентрации для одномерного установившегося течения гетерогенной двухфазной аэросмеси с взаимопроникающим движением воздушной и твердой фаз приведена в [1]:

$$\lambda_m = 2 \frac{gD}{g_s^2} \frac{(g_e - g_m) \text{Abs}(g_e - g_m)}{g_m^2 (1 - c)} -$$

$$- 2 \frac{gD}{g_m^2} \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho_m}\right) \sin \alpha + \lambda_e \frac{\rho_e}{\rho_m} \frac{g_e^2}{g_m^2}. \quad (1)$$

Здесь  $g$  – ускорение свободного падения;  $g_e$ ,  $g_m$  и  $g_s$  – действительные (с учетом стеснения потока частицами транспортируемого материала) скорости соответственно воздуха, твердой фазы и витания частиц материала;  $D$  – диаметр пневмотранспортного трубопровода;  $c$  – истинная объемная концентрация частиц материала в аэросмеси;  $\rho_e$  и  $\rho_m$  – плотности воздуха и частиц транспортируемого материала;  $\alpha$  – угол наклона трубопровода к горизонту;

$\lambda_g$  – коэффициент сопротивления перемещению воздушной фазы.

Из анализа выражения (1) следует [2], что при прочих равных режимных параметрах пневмотранспортирования значение коэффициента  $\lambda_{my}$  сопротивления перемещению материала при вертикальном пневмотранспорте должно быть меньше, чем значение коэффициента  $\lambda_{mx}$  при горизонтальном пневмотранспорте.

Направленное перемещение транспортируемого материала обеспечивается при выполнении условия  $(g_g - g_m)^2 \geq g_s^2$ . Минимальным значениям коэффициентов  $\lambda_{my}$  и  $\lambda_{mx}$  соответствует режим пневмотранспортирования при  $(g_g - g_m)^2 = g_s^2$ .

Если принять, что  $1 - (\rho_g / \rho_m) \approx 1$ , так как  $\rho_g / \rho_m \approx 10^{-3}$ , и отбросить ввиду малости сомножителей последнее слагаемое в (1), то при установившемся режиме движения аэросмеси с  $(g_g - g_m)^2 = g_s^2$  получим

$$\lambda_{mx} = \frac{1}{1-c} \cdot 2 \frac{gD}{g_m^2}, \quad (2)$$

$$\lambda_{my} = \left( \frac{1}{1-c} - 1 \right) \cdot 2 \frac{gD}{g_m^2} = \frac{c}{1-c} \cdot 2 \frac{gD}{g_m^2}. \quad (3)$$

Из сравнения выражений (2) и (3) следует, что при установившемся режиме движения частиц транспортируемого материала с одними и теми же размерно-плотностными и аэродинамическими характеристиками, в трубопроводах одного диаметра и с



одинаковыми значениями производительности по транспортируемому материалу значение коэффициента  $\lambda_{my}$  сопротивления перемещению материала при вертикальном пневмотранспорте меньше значения коэффициента  $\lambda_{mx}$  при горизонтальном пневмотранспорте. Соотношение между коэффициентами сопротивления перемещению материала при вертикальном и горизонтальном пневмотранспорте имеет вид

$$\lambda_{my} = c\lambda_{mx},$$

где  $c$  – истинная объемная концентрация частиц материала в аэросмеси.

#### Библиографический список

1. Петренко, С. М. Численный анализ влияния истинной концентрации материала на устойчивость вертикального пневмотранспорта/ С. М. Петренко// Технологическое оборудование для горной и нефтяной промышленности: сборник докладов IX МНТК «Чтения памяти В. Р. Кубчека», проведенной в рамках Уральской горно-промышленной декады 07 – 08 апреля 2011г. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2011. –с. 240 – 243.
2. Шелестович, Т.С. К вопросу о коэффициенте сопротивления перемещения материала при пневмотранспорте/ Т.С. Шелестович, С.М. Петренко// Инженерная экология: проблемы и решения: сборник трудов научно-практической конференции. 25 – 26 марта 2015 года / Белорусский национальный технический университет. – Мозырь: Белый Ветер, 2015. с. 7-13.

Секция  
**«АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК»**

УДК 811.111:629.351(1-87)

A. Nemchenko, A. Boyarskaya  
**Mercedes-Benz Future Truck 2025**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Revolution on the motorways: goods transport should become more efficient, safer and more connected in the future. The technology of tomorrow is already reality at Daimler Trucks. The Mercedes-Benz Future Truck 2025 constitutes a revolution in efficiency, safety and networking, a revolution for road traffic and its infrastructure, for professional driving and for the road transport sector.

In terms of design, the Mercedes-Benz Future Truck 2025 study combines function, efficiency and emotion in a fascinating way. It adheres to the Mercedes-Benz design philosophy of "Sensual Purity". The designers have leveraged the opportunity presented by future length specifications: extending the front section allows soft, aerodynamically flowing forms to be created. Visual effects from the paintwork in light silver emphasize the enticingly smooth contours. Compact cameras replace conventional exterior mirrors. Its windscreen resembles a visor. The truck's integral sun screen and aero roof have a distinctive form.

The Future Truck 2025 comes to life when the engine starts. LEDs illuminate the surfaces and light up the paintwork. The front mask gleams and LED bulbs shine instead of conventional headlamps to the left and right in the bumper. Orange flashing lights indicate when the truck is changing direction. When the fully drivable truck is being controlled manually and on the move, the lights are white. When the truck is driving autonomously, the color of the lights changes from

white to blue. They then pulsate strongly, thus symbolizing the truck's powerful heartbeat and clearly indicating the vehicle's current operating mode to other road users.

Radar sensors and camera technology enable the Future Truck to drive autonomously, independently of other vehicles or central control stations. For Mercedes-Benz the culmination of this is the highly intelligent "Highway Pilot" system, which resembles the autopilot on an aircraft. A radar sensor in the lower area of the front end scans the road ahead at long and short range. The front radar sensor has a range of 250 m and scans an 18-degree segment. The short-range sensor has a range of 70 m and scans a 130-degree segment. The radar sensor is the basis for the proximity control and emergency braking safety systems already available today. A stereo camera installed behind the windscreen keeps the area ahead of the vehicle in view. The stereo camera of the Mercedes-Benz Future Truck 2025 identifies single- or two-lane roads, pedestrians, moving and stationary objects, all objects within the monitored area and also the road surface. The camera recognizes everything that contrasts with the background, and is therefore also able to measure clearances precisely. The front stereo camera also registers the information on traffic signs. The road surface to the left and right of the truck is monitored by radar sensors installed in the sides. They are located on the left and right, ahead of the tractor unit's rear axle. The sensors have a range of 60 m and cover an angle of 170 degrees in the longitudinal direction.

More safety when turning and changing lane is achieved with Blind Spot Assist. These sensors form the core of the new Blind Spot Assist system from Mercedes-Benz. The radar sensor modules are arranged in such a way that they cover the area parallel to the truck over the entire length of a tractor/trailer combination or drawbar combination. In addition this strip is extended forwards to two meters in front of the

truck. Blind Spot Assist warns the truck driver about other road users not only when turning; it also warns about imminent collisions with stationary obstacles – for example signs or lamps – and serves as an assistance system when changing lane.

The "Highway Pilot" is ideally partnered with V2V and V2I networking– communication between vehicles and the outside world. Every vehicle equipped with this in the near future will transmit continuous information to its surroundings. This includes vehicle position and model, dimensions, direction of travel and speed, any acceleration and braking maneuvers and the bend radii negotiated. The frequency of information transfer depends on the vehicle speed and the intensity of any changes in its movement. It varies between one message per second when cruising to ten times this interval when changes are significant. Communication between vehicles is also standardized. The range of these continuous sent messages is a radius of around 500 m. The vehicles inform each other about their movements, so that they can respond to them immediately in anticipatory mode. This includes reacting to vehicles joining a motorway, or when approaching the end of a traffic tailback, for example. The more vehicles are communicating with each other on these routes, the more dynamically and flexibly they are able to respond to one another and together. In an ideal scenario, an uninterrupted chain of communication forms along a route that rigorously informs the driver and vehicle about road and traffic conditions a long way ahead on their journey. Vehicle to infrastructure (V2I) means that all these messages and signals are also sent to external recipients such as traffic control centers. These are then able to respond flexibly, for example by changing the speed limit or opening up additional lanes. Messages can also be sent to vehicles, for example about temporary roadworks. All these data inform the driver and the onboard computer

about events happening outside the range of vision in good time. The driver and vehicle are therefore aware of obstacles in advance, before they can become a hazard.

In many situations autonomous driving relieves the driver of "having to" drive, especially on tiring and often monotonous long-distance routes. As the truck regulates its own speed and automatically finds the best route using a navigation app, and because the transport company, dispatcher and goods recipient are constantly informed about the location, route and expected time of arrival in real time, the driver is relieved of time pressure. Today this is a major stress factor for drivers. The driver gains time for other activities and is able to communicate with his surroundings. Owner-driver businesses in particular will be able to perform office tasks conveniently on the move if required. Carrying out further activities will significantly change the professional profile of the truck driver.

One of the most interesting questions on the subject of autonomous driving is the time horizon envisaged for its realization. In purely technical terms, turning it into reality on the roads is already feasible within around five years. In terms of passenger car development cycles, a possible start is envisaged in 2020. The technical preconditions are now being demonstrated for the first time with the Mercedes-Benz Future Truck 2025. On the basis of the Vienna Convention on Road Traffic, UN/ECE Regulation R 79 does permit corrective steering intervention for steering systems, but not automatic steering over 10 km/h. A committee of United Nations experts has recently supplemented the Vienna Convention on Road Traffic, providing the basis for legalization on autonomous driving. This is standard for the "Highway Pilot" in the Mercedes-Benz Future Truck 2025.

УДК 811.111:005.952

A. Shylkova, A. Boyarskaya  
**Ageing Workforce Factors**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

We live in a period where maintaining age diversity in the workplace is a must. It is essential for organizations to flourish and to achieve the vision they set for themselves. Tailoring policies and practices for age diversity is an important stress in the management of human capital. While finding common ground within a generation can be easy, especially where people have spent their decisive years in the same era. However, constructing bridges across generations remains challenging. Members of different generations often do not share the same points of reference or the same rank of connectedness. Where there is communication breakdown, there are clear implications for the workplace. Managers and leaders need to recognize that diversity of age among their subordinates may put in much value in terms of ideas, creativity and innovation. And as the inhabitant ages, everyone will need to better understand the makeup of the generations. In particular, older workers feel disenfranchised and annoyed at their dealing with the organizations which, in their opinion, favours younger workers. The implication for organizations is that both groups should be treated separately, with each having its own particular needs and expectations. This includes, for example, implementing strategies such as training methods suited to the requirements of each age group and conducting age diversity teaching to increase awareness of what it means to be either a younger worker or an older worker.

There are many hypotheses on the varying attitudes of generations and/or age groups concerning work. There is a rich managerial literature that focuses mainly on the literary differences between generations. These dimensions jointly shape the particular orientations towards work of each generation.

Basically, ageism is bias against a person or group on the basis of age. Both the young and old, and everyone in between come across ageism. Age discrimination in all its guises is a universal, highly changeable and multifaceted fact. In the workplace, we require age diversity to yield from the priceless contributions that each age group can offer. However, with the age diversity that is present within business, there is an unhealthy level of ageism. Ageism is there in every phase of employment from recruitment and selection to terminations. Age impacts training and development, decisions about promotions and demotions, retrenchments and redeployments, and everything else in the workplace.

Most workers feel age in the workplace is irrelevant, with more than half the job hunters in many countries citing skills, knowledge, relevant experience, personality, or some mixture, as the most important factors. Yet, workers seem to adhere to a premise that experience, expertise, ability, skills, knowledge and intellectual capital are all age related. The firm belief is: if you are not the right age or fit in to a particular generation, you do not have what it takes to do a particular job or you are just not suited.

Attitudes-regarding work and employment are mainly a theme of discussion among workers over 30 years old. They see the younger generation as very dissimilar from the other generations and they qualify this dissimilarity in terms of "motivation": young workers lack initiative in and enthusiasm for their work, and their concern is assumed to be mainly influential. This attitude is explained by cultural changes, and



by changes in the emotional contract between employers and employees. Younger workers are oriented to short-term issues, to dealing with unbalanced jobs and to control their own career paths. Therefore, they do not have the same loyalty towards their employers, and the older generations understand this as a lack of motivation.

The paths and careers of young workers are unlike from those of other generations of workers. Each generation is conscious of these differences; however, it is mainly older workers who have this topic. Differences exist at all points in the paths of employees of different generations: in their training, entry routes into the labour market, when starting a family, in working situations. Older workers have a twofold dialogue: on the one hand, they explain life as being easier for young workers, but on the other hand, they depict the employment status of young workers as being tremendously difficult compared to what older workers practised when they entered the labour market many years ago. Uncertainty, despite the completion of higher education, is seen as the main feature of youth path. The life course or path outlook is important in the analysis of intergenerational associations at work; the differences are rooted in contexts but they also leave their mark. Past history matters in an individual path and past experiences have an impact on future steps, they leave marks that will not fade away spontaneously. The bulk of older workers' careers were spent in communitarian enterprises, while young workers enter the labour market with images of open organizations, an organizational model, which is promoted in the public sphere. However, talks about individualization do not rest exclusively on the workplace; they deal with society as a whole.

With respect to their portfolios of skills and their operational methods, older workers are described as more ordered, more logical, more organized, less hyperactive, more

calm. They bring their insight to bear in their daily work. These attributes are seen as the product of practice.

**Conclusion:**

Job design factors that emphasize intrinsic values such as autonomy, self-worth, recognition, and free time, will be precious for older worker cohorts. Similarly, management programs (such as mentoring) that match skill sets to worker experiences and knowledge reinforce the need to both guard and expand existing skills regardless of age. Many of these issues, however, will be context precise depending on the nature of the industry and firm characteristics. Finally, the realities of changing worker participation suggest that new opportunities are available for mature workers. In addition, it can be a demonstration of management and organizational flexibility.

Companies that differentiate on the basis of age are restraining their chances of recruiting and retaining the best people. As people live longer, engage in lifelong learning and pursue intellectual and skill growth throughout life, diversity in the workplace will become more common. In their quest to open doors to employment, development and opportunities for all working people, human resources specialists should not be constrained by age issues.

УДК 621.002.3

I. Ezhova, I. Kipnis

## Cutting Tools Materials

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Many types of tool materials, ranging from high carbon steel to ceramics and diamonds, are used as cutting tools in today's metalworking industry. It is important to be aware that differences do exist among tool materials, what these differences are, and the correct application for each type of material. The various tool manufacturers assign many names and numbers to their products. While many of these names and numbers may appear to be similar, the application of these tool materials may be entirely different. In most cases the tool manufacturers will provide tools made of the proper material for each given application. In some particular applications, a premium or higher priced material will be justified. This does not mean that the most expensive tool is always the best tool. Cutting tool users cannot afford to ignore the constant changes and advancement that are being made in the field of tool materials technology.

To produce quality product, a cutting tool must have three characteristics:

- Hardness: hardness and strength at high temperature.
- Toughness: so that tools do not chip or fracture.
- Wear resistance: having acceptable tool life before needing to be replaced.

Hardness is generally considered as the strength of intermolecular bonds in maintaining their shape without any permanent deformation. It can be also interpreted as the ability of a material in localizing deformation. In the context of

cutting tools, hardness is defined as the ability to penetrate into the softer materials (workpiece). Hardness is also a performance measure which describes the capability of tool material in resisting against the permanent changes in shape and geometry during machining. This characteristic becomes more important when the cutting tool is exposed to the extreme heat generated during cutting operation. In this case, a successful cutting is the one with hot hardness which is capable of maintaining its hardness at high temperature.

However, it must be pointed out that extreme hardness is not necessarily a desired feature as it is directly associated with tool fragility or brittleness. High hardness increases the sustainability of the tool against permanent change in shape and geometry during machining while it consequently lowers the fracture strength or toughness during impacts.

Throughout its service life, a cutting tool is subjected to different types of loading, unloading, vibration and other interfering factors. A successful candidate surviving these situations is the one who absorbs the energy imposed by cyclic forces and vibrations without showing any signs of fracture. This capability is generally referred to as toughness which is the ability of a cutting tool to absorb energy before fracture.

Another desired characteristic that a successful cutting tool must possess is wear resistance. Wear is normally defined as the erosion of tool particles by means of another moving surface. Based on the definition of wear, wear resistance can be defined as the ability of cutting tool material to retain its integrity against erosion and eventually demonstration of acceptable tool life.

A desired cutting tool for particular application is the one that demonstrates a balanced combination of all aforementioned features. The question to be addressed here is what types of cutting tools are appropriate for machining titanium and its alloys.

Cutting tools materials can be divided into two main categories: stable and unstable. Stable materials are substances that start at a relatively low hardness point and are then heat treated to promote the growth of hard particles inside the original matrix, which increases the overall hardness of the material at the expense of some of its original toughness. Since heat is the mechanism to alter the structure of the substance and at the same time the cutting action produces a lot of heat, such substances are inherently unstable under machining conditions.

Stable materials are substances that remain relatively stable under the heat produced by most machining conditions, as they don't attain their hardness through heat. They wear down due to abrasion, but generally don't change their properties much over use.

Most stable materials are hard enough to break before flexing, which makes them very fragile. To avoid chipping at the cutting edge, some tools made of such materials are finished with a slightly blunt edge, which results in higher cutting force due to an increased shear area, however, tungsten carbide has the ability to attain a significantly sharper cutting edge than tooling steel for uses such as ultrasonic machining of composites. Fragility combined with high cutting forces results in most stable materials being unsuitable for use in anything but large, heavy and rigid machinery and fixtures.

Unstable materials, being generally softer and thus tougher, generally can stand a bit of flexing without breaking, which makes them much more suitable for unfavorable machining conditions, such as those encountered in hand tools and light machinery.

New materials with superior characteristics had been continually introduced to the market during the twentieth century, among them being cemented carbides, ceramics and sintered oxides, diamond, boron nitride, etc.

### **Cemented carbides**

Produced by powder metallurgy technique with sintering at 1000°C, speed can be used 6 to 8 times that of H.S.S, can withstand up to 1000°C, high compressive strength is more than tensile strength. They are very stiff and their young's modulus is about 3 times that of the steel, high wear resistance, high modulus of elasticity, low coefficient of thermal expansion, high thermal conductivity, low specific heat, low thermal expansion.

### **Ceramics and sintered oxides**

Ceramics and sintered oxides are basically made of  $Al_2O_3$ . These are made by powder metallurgy technique, used for very high speed (500m/min), used for continuous cutting only, can withstand up to 1200°C. Have very abrasion resistance, used for machining CI and plastics, have less tendency to weld metals during machining. Generally used ceramic is sintered carbides. Another ceramic tool material is silicon nitride which is mainly used for CI.

### **Diamond**

Cutting tool material made of diamond can withstand speeds ranging from 1500 to 2000m/min. On ferrous metals diamond are not suitable because of the diffusion of carbon atoms from diamond to work-piece, can withstand above 1500°C. A synthetic (man made) diamond with polycrystalline structure is recently introduced and made by powder metallurgy process.

### **Cubic Boron Nitride**

The trade name is Borozone. Consists of atoms of Nitrogen and Boron and produced by power metallurgy process. Used as a substitute for diamond during machining of steel, used as a grinding wheel on H.S.S tools, excellent surface finish is obtained.

УДК 811.111: 671.1:332.012.324.2

G. Shityko, I. Scherbakov, N. Suruntovich  
**Jewelry house Tiffany & Co**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Well, almost all of us are supposed to have a jewelry item, but hardly anyone gives much of a thought to those, who create it. There are a lot of jewelry making companies, that create incredible jewelry items. Tiffany & Company is considered to be a luxury jewelry manufacturer and retailer headquartered in New York City.

Tiffany & Company (known colloquially as Tiffany or Tiffany's) sells jewelry, sterling silver, crystal, fragrances, water bottles, watches, personal accessories, as well as some leather goods. Many of these goods are sold at Tiffany stores in different parts of the world, as well as through direct-mail and corporate merchandising. Tiffany is renowned for its splendid goods and is particularly known for its diamond jewelry. Tiffany is regarded as a trendsetter of taste and style.

Looking into the specificity of Tiffany's it is essential to mention a few words about the history of the company. Founded by Charles Lewis Tiffany and John B. Young in New York City in 1837 as a local fancy goods store, initially it sold a wide variety of fancy items and operated as "Tiffany, Young and Ellis" in Lower Manhattan. Later in 1853, when Charles Tiffany took control and established the firm's emphasis on jewelry the name was shortened to Tiffany & Company. The company actually began its activity as a stationery and fancy goods store with an advance from Tiffany's father for \$1,000. His first day receipts were \$4.98. Since then Tiffany & Company has opened stores in major cities all over the world. One must point out that on January 31, 2015, the Company

operated 122 TIFFANY & CO. stores in North America (which totaled approximately 710,000 gross square feet); 73 stores in the Asia-Pacific region; 56 stores in Japan; 38 stores in Europe, five stores in the United Arab Emirates and one store in Russia.

As for advertising, Tiffany has been waging a wide promotional campaign. The first Tiffany's mail order catalogue, known as the '*Blue Book*' was published in 1845 in the United States; and publishing of the catalogue has been continued since then. The '*Blue Book*' is one of the first catalogues to be printed in full colour and was free until 1972. Besides, Tiffany's mail-order catalogues reached 15 million people in 1994 [1].

The Tiffany's diamond, considered as Tiffany's speciality, is a famous yellow diamond that now resides in Tiffany's Fifth Avenue store, the home of the finest diamonds, where visitors can view it. Perhaps the most iconic image in cinema history was created when Audrey Hepburn wore the famed Tiffany Yellow Diamond in the 1961 publicity photographs for the movie *Breakfast at Tiffany's*. According to a witty advertisement placed in *The New York Times* in 1972, Tiffany announced that the Diamond may be purchased for \$5,000,000 (the equivalent of \$25,800,000 today) within a 24-hour period.

As for the leaders of the Company they are doing their best to promote their products and give as many pleasant moments to the clients as possible. They are *Anisa Kamadoli Costa*, Chairman and President of The Tiffany & Co. Foundation and Chief Sustainability Officer at Tiffany & Co; *Frédéric Cumenal*, chief executive officer of Tiffany & Co., the internationally renowned jeweler and premier luxury brand; and *Michael Kowalski*, a member of the Board of Directors of The Tiffany & Co. Foundation [1].

It is vital to mention the leaders of company, who make the jewels as appealing to the customers as possible. *Elsa*



*Peretti* designs most organic, sensual forms which revolutionized jewelry industry and seduced the world. She is regarded as a masterful artisan. Peretti explores nature with the acumen of a scientist and the vision of a sculptor. She allows us to see such forms as the bean, the apple and the snake in intriguing and beautiful new ways. *Jean Schlumberger* is a perfectionist craftsman, who invented shapes, many taken from his love of travelling, others from the splendour and nobility of the Renaissance, or his love of antiques. *Paloma Picasso* started making jewelry as a teenager. In 1979, Picasso was invited to create a table setting for one of Tiffany's exhibitions. Nowadays she is a creator of different jewelry collections and fragrances.

Basically, Tiffany takes care of the nature as any modern and famous company does. The Tiffany & Co. Foundation was established in 2000 to focus on the company's philanthropic endeavors. Through its three environment programmes, The Tiffany & Co. Foundation seeks to preserve the world's most treasured landscapes and seascapes.

In general, the Foundation supports organizations dedicated to the stewardship of natural resources in the areas of responsible mining, coral conservation and urban parks. Specifically, the Foundation promotes responsible mining through remediation, land preservation and standards-setting efforts; coral conservation through key research and targeted educational outreach; and the enhancement of urban parks through beautification and infrastructure improvements.

Speaking about the products of Tiffany's, apart from making different jewels, such as brooches, necklaces, rings, bracelets, Tiffany & Co also produces fragrance, cuff links, sunglasses, writing instruments and other accessories.

It is interesting to note that during the 1878 Paris fair, Tiffany was the first American silversmith awarded the grand prize for silver craftsmanship. This marked the beginning of

the brand's global recognition, becoming America's premier silversmith.

Tiffany's fragrance is worth mentioning. Tiffany for women was launched in 1987, a floral perfume for women by the perfumer Francois Demachy. At \$220 per ounce, 'Tiffany' was successfully marketed by major department stores across the United States. Two years later, Tiffany for Men was launched in 1989 and developed by the perfumer Jacques Polge.

Adding to the benefits of the company Tiffany redesigned the Great Seal of the United States during the 1880s, a design which is now on the back of the dollar bill.

It is fact, that Tiffany also created an engagement ring for Eleanor Roosevelt and a necklace for Mary Todd Lincoln.

The brand also created a limited-edition cell phone with Japanese company Softbank Mobile in 2008. The phone was encrusted with 400 diamonds and cost around \$100,000.

Thus, Tiffany is the jewelry manufacturing company that corresponds to all international jewelry making standards. It is versatile and prospective.

References:

1. Mode of access:

<http://tiffany.com/>. – Date of access: 20.02.2016.

УДК 811.111: 620.92

K. Samonchyk, A. Mankevich, T. Lapitskaya  
**Osmotic Energy**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

It goes without saying that energy consumption has increased immensely in the last decades. Almost all of the energy we use comes from nonrenewable sources. We haven't enough fossil fuels to satisfy our needs. Besides that most scientists believe that fossil fuels an important contributor to global warming. That's why we are highly interested in developing alternative sources of energy. There are many alternative sources of energies that harness natural forces and resources such as solar power, wind power, and geothermal energy. Scientists all over the world continue to research new sources of energy.

Water is a renewable predictable source of energy. The mixing of freshwater and seawater where rivers flows into the salty ocean releases large amounts of energy. This energy can be harvested and made into electricity using pressure retarded osmosis (PRO).

Osmosis means passage of water from a region of high water concentration (often freshwater) through a semipermeable membrane to a region of low water concentration (often NaCl). The membrane only lets water molecules pass. Salt molecules, sand, silt and other contaminants are prevented to do so.

There are two primary methodologies for osmotic power:  
A) natural occurrence's globally where river water meets the sea;

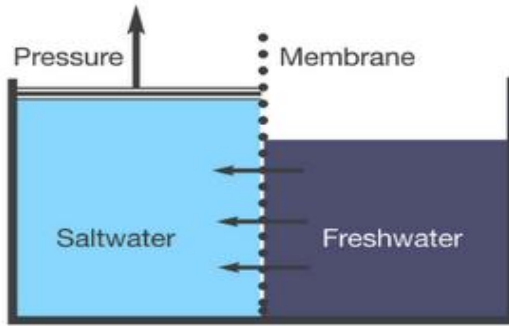
B) bringing together two man made water sources from processing plants

Both methods are viable but one produces more power than the other method. Method A: Seawater averages 40 grams of salt/ liter + River Water provides less power than Method B: Brine (from desalination) averages 60 grams of salt/ liter + treated water. The higher the salinity, the more power can be generated.

For example, we have two compartments. (pict. 1) Both compartments contain water, but the one on the left also contains a solute whose molecules are too large to pass through the membrane. If the cell is set up so that the liquid level is initially the same in both compartments, you will soon notice that the liquid rises in the left compartment and falls in the right side, indicating that water molecules from the right compartment are migrating through the semipermeable membrane and into the left compartment. This hydraulic pressure can be used to drive a turbine that produces electrical energy. This migration of the solvent is known as osmotic flow, or simply osmosis.

What is the force that drives the molecules through the membrane? This is a misleading question, because there is no real “force” in the physical sense other than the thermal energies all molecules possess. Osmosis is a consequence of simple statistics: the randomly directed motions of a collection of molecules will cause more to leave a region of high concentration than return to it; the escaping tendency of a substance from a phase increases with its concentration in the phase.

## HOW DOES IT WORK?



Pressure retarded osmosis  
(from Statkraft)

Fig.1- Principle of the process

The main advantages of Pressure Retarded Osmosis are:

1. This type of power generation is very reliable,
2. It is very quiet when operating and requires minimal supervision.
3. In addition, it is quickly fed to the hydroelectric turbine to generate electricity. Expected the plant could respond very quickly, using the membranes to 'store' power ready in the form of high pressure water.
4. The expected lifetime of this plant is large; with almost no moving parts, there will be little wear occurring.

But it has some disadvantages:

1. This plant is very expensive to install.
2. The permeable membrane is currently an expensive resource.

3. The plant could reach a power output of 4 kW in ideal conditions. By comparison, an open cycle gas turbine a fraction of the size could easily produce greater than 15MW .

Osmotic power came into sharper focus when the world's first osmotic facility opened in the village of Tofte in Norway in November 2009. A proof-of-principle facility set up by Norwegian power company Statkraft, the plant takes in freshwater and saltwater and converts it to brackish water and energy as the outputs.

At Tofte, freshwater crosses a membrane to the seawater side, an influx that builds up pressure and drives turbines. Water begets energy and water. Unlike solar and wind, the energy output is predictable. Such power plants could be situated anywhere there is abundant seawater and freshwater, such as the mouth of a river. The Tofte facility produces less than 1 watt/m<sup>2</sup> , which is well below Statkraft's target of 5W/m<sup>2</sup> for commercialization. "We are able to produce membranes in our labs producing 3W/m<sup>2</sup> "says Stein Eric Skilhagen, head of osmotic power at Statkraft. Skilhagen says that the next step is to build a pilot plant and they hope to be in this position within two to three years, which would generate 1 or 2MW. Ultimately, a good average size plant would be a 25MW installation, producing about 150 to 200GWh/year of electricity. And you could locate this plant close to a village, town or city, since there are no noise or pollution issues. It could make a big splash on the energy market: Statkraft estimates that there is a potential of producing 180TWh/year in Europe.

Osmotic power has great potential, but it's only economically feasible if you reduce the cost of creating it. Energy Recovery's PX devices reduce energy use, allowing osmotic power plants to produce renewable energy.

УДК 811.111:621.383.52

R. Truhan, A. Cherenev N.Suruntovich

## **LED and OLED technology. Essence and prospects.**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

One of the most topical and prospective technologies used in electronics is LED, or light-emitting diode technology. The light-emitting diode (LED) is one of today's most energy-efficient and rapidly-developing lighting technologies. LED has changed the way the world sees the light. Inefficient, old-style incandescent and compact fluorescent lamps are being phased out by a lighting technology that can deliver warm, traditional light or a cooler, more contemporary white light, all while using a fraction of the energy and with virtually zero environmental damage [1].

To get a clearer idea of the differences between LED OLED technologies we will look into its essence, operating principles, merits and demerits.

We will start with defining the concepts.

LED (Light emitting diode) is a semiconductor device, that converts electric current into light emission. It consists of semiconductor crystal at base-plate, body with stud contacts (anode and cathode) and the optical system. Whereas OLED (Organic light emitting diode) is a semiconductor device, that consists of a set of membranes organic origin and effectually emits light when electrical current flows [2].

Speaking about the operating principles of LEDs and OLEDs, LEDs function when a semiconductor device is inserted into the circuit and electrical current starts to flow from anode to cathode. When current flows through the semiconducting crystal, it starts to emit light. Light emission

takes place because electrons and electron holes recombine in p-n junction area, thus releasing energy in the form of photons. A p-n junction is a combination of two different semiconducting materials with different levels of conductivity. The color of the emitted light depends on which material is used in this junction.

As for operating principles of OLEDs they are semiconductor devices that have a p-n junction. When electrical current flows through the device, cathode gives into emissive layer electrons and anode gives into conduct layer holes. Holes and electrons are attracted and when they meet, they recombine and as a result the light emits.

Comparing the two different technologies, it is worth mentioning, their advantages and disadvantages. Basically, LEDs correspond to the most significant technical parameters such as clear light, durability, reliability, safety, low power consumption, a low price and, definitely, a long lifespan, which add to their value [3].

As well as LEDs, OLEDs are mostly associated with a number of advantages, to which we refer compactness, portability, flexibility, light weight, relatively low energy consumption, wide aspect angle, wide range of brightness and high efficiency. As we see the technical specifications and benefits are quite similar. The only disadvantage we can think of is the high price of technology at present.

The fields of application of the two technologies being discussed are different in the way that in some areas it is better and more rational to apply LEDs than OLEDs or vice versa. For example, LEDs are used in manufacturing motorcycle and bicycle lights, traffic lights and signals, message displaying boards, light bulbs and many others. Whereas the main sphere of OLEDs application is creating displays for different devices such as: TV, computers, smartphones, car radios, different portable devices and wallpapers [4].



There are quite a few perspectives of development LED and OLED technologies such as PHOLED (Phosphorescent OLED) technology which functions as OLEDs, but uses the principle of electro phosphorescence to convert up to 100 % electric energy into light and used in making large TV displays; PMOLED (Passive-matrix OLED) that have organic layers and strips of anode and cathode perpendicular to one another, and used in MP3 players, mobile phones sub displays; AMOLED (Active-matrix OLED) that uses technology allowing to switch each pixel into on or off state as desired, thus forming an image, and best used for making computer monitors, large billboards and different handheld devices; TOLED (Transparent OLED) that have only transparent components applicable in head-up displays, laptops, mobile phones and smart windows.

#### References:

1. Mode of access:

<http://www.studfiles.ru/preview/5774393/>. – Date of access: 01.04.2016.

2. Mode of access:

[http://revolution.allbest.ru/radio/00233506\\_0.htm](http://revolution.allbest.ru/radio/00233506_0.htm). – Date of access: 25.03.2016

3. Mode of access:

<http://leds-magazine.ru/ustrojstvo-i-princip-raboty-svetodiodov.html>. – Date of access: 25.03.2016.

4. Mode of access:

<http://le-diod.ru/vidy/oled-texnologiya-texnologiya-budushhego/>. – Date of access: 25.03.2016.

УДК 811.111:629.735:621.311.243

T. Matyas, A. Galin, N. Suruntovich

## **Solar Impulse-2**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Nowadays flights are quite affordable to a large part of the Earth population. Every day more than 50 thousand aircrafts transport about 9 million passengers because it's fast and comfortable. However, there are a number of disadvantages that have to do with adverse environmental impact, making it unfavourable to use conventional aircrafts so badly as we do today.

First, the most widely-used models of the aircrafts such as Boeing 737 and Airbus A320 burn a lot of fuel about 3000 liters per one-hour flight. Secondly, every burned liter of aviation fuel gives out 2.5 kilograms of carbon dioxide. A plane having flied 1000 kilometers produces 9 tons of CO<sub>2</sub>. This amount is approximately 3 percent of CO<sub>2</sub> global production. Thus, aircrafts are very harmful for our environment.

Because of the reasons mentioned above, scientists are working tightly on developing alternative sources of energy such as solar panels and wind generators that are used to decrease people's adverse influence on the nature. Aircraft building engineering is not an exception. It relies heavily on the innovative technologies in its industry to solve the environmental problems caused by aviation fuel burning. That is why Google with the help of sponsors has hired talented engineers to work out the state-of the art, prospective and eco-friendly project, which is *Solar Impulse*.

According to the history, we have found out, that *Solar Impulse-1* was created by the Swiss constructors Andre and Bertrand and was came out in 2009. The first Solar Impulse

launch showed quite successful results. It spent about 75 min in the air. In four months, pilots made a 26-hour-flight in a testing electric energy-saving mode, the energy being accumulated by solar panels during the daytime.

The main initiator of the project to create a unique plane is a well-known traveler, aviator Bertrand Picard. He claimed about his intentions to start an ambitious project implementation in 2003. A «solar aircraft», to make a circumnavigation flight was planned to build. The project «SOLAR IMPULSE-2» was started [1].



*Solar Impulse-2*

Looking into the major peculiarities of Solar Impulse-2 design it is necessary to mention technical and human challenges [1].

We will start with the technical challenges. The aircraft is equipped with four motors, powered by a massive array of 17,248 solar panels. The aircraft can fly at an average speed of 140 km/hour attaining a maximum cruising altitude of 8,500 m. The weight of this huge aircraft is only 2.3 tonnes. The cockpit, where pilot should sit for 5 days, is only 3.8 cubic meters in size. The wingspan of the solar Impulse is 72 m, slightly more than one of the biggest aircraft in the world Boeing 747.

Speaking about human challenges it is necessary to refer to the fact that because of the limited carrying capacity of the aircraft, the weight of pilot equipment, water and food should be

calculated with a very high accuracy, for which Nestlé Health Science company is responsible. Pilots should have the skill to fall in a deep sleep phase immediately, because they have the possibility to sleep only 20 minutes a few times a day. The temperature in the cockpit will change from 40 to -40 during the day. Every flight will last from 12 to 120 hours.

The target of the *Solar Impulse 2* project is taking a round the world flight with 13 separate flights. The aircraft, which is controlled by the famous pilot Bertrand Piccard, has started in Abu Dhabi, has flown through Oman, India, Myanmar, China and Japan successfully. During the Pacific crossing the aircraft was damaged by high temperature in accumulators and was located in Hawaii, where the aircraft it has been repaired and already resumed its flight. Then it will fly across the USA, Abu Dhabi, making stops in South Europe and North Africa.

In our report, we considered cutting-the-edge project Solar Impulse-2, which is being developed by highly-qualified, promising engineers.

Summing up, the main advantage of this aircraft is the possibility to fly without using traditional sources of energy, but consuming solar energy only, which is free, eco-friendly and secure. This project intensively promotes alternative sources of energy, implementing innovations in civil aviation industry. We can significantly reduce the emissions of harmful substances into the atmosphere. Reducing carbon dioxide emissions leads to greenhouse effect reduction, which will help to slow down the Global Warming process. Although the Solar Impulse has not been brought into circulation yet, and still can carry only 1 pilot, we hope, that this project is quite promising and will get further development.

References:

1. Mode of access:

<http://www.solarimpulse.com>. – Date of access: 20.02.2016.

A. Azarko, K. Chepikov, Supervisor A. Bolvanovich  
**Transport of the Future**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Our civilization has evolved due to transport. The more sophisticated means were transporting people and goods, the greater was the progress. In the last century, a real technological revolution was accomplished. The aircraft, trains, automobiles have become an essential part of our lives. Today getting from one place of the planet to another takes only a few hours and traveling around the world no longer takes 80 days, as it was in the XIX century.

Today people are in need of fast, convenient, and mobile transport, and more and more are currently available, but something is just beginning to appear.

For example, widely known electric cars have a great future, despite a slow start with ongoing problems over battery capacity, weight and cost. Electric vehicles are one of the most important ways to reduce motoring costs, decrease carbon use in transport, improve air quality and reduce global warming. According to some car-making factories battery-powered vehicles will be on the road by 2020. Models like Nissan's Leaf and Chevrolet's Volt have led the way [1].

Now is not a secret that using the vehicles running on solar energy is very convenient and environmentally-friendly. Solar vehicles aren't sold as practical day-to-day transportation devices at present, but indirectly solar-charged vehicles are widespread and available commercially. The progressive project named SolarBullet is a high-speed railway, which will run on solar energy and accelerate to 354 km/h. The project

investment is estimated at \$27 billion. When the first such train will appear isn't quite clear, but initially it will happen in the United States: Arizona authorities support this project. The location is logical: Solar Bullet will effectively work only where there is a lot of sunshine [1].

One more revolutionary concept – Skytran Unimodal Systems – it is something in between a taxi and monorail. Individual cabins hung by magnetic levitation to the guide rails will deliver passengers into necessary point of the city – we only need to specify the address on the onboard computer.

All these projects and many others are being developed mainly in the United States. So could you imagine that here in Belarus revolutionary project called SkyWay is being developed too?

SkyWay is a fantastic transport project, the embodiment of which will be possible to see in our country. The author of this design is a Belarusian engineer Anatoly Unitsky and practical realization of this project has started in Belarus [2].

String transport is the concept of the overground transport system, in which the cabins move on rails, stretched between supports. The idea is to pull a "string road" at a height of several meters above the ground and move the unibuses – special transport. The drive unit can be both electric and combined, or diesel, gasoline, turbocharged. This transport can be used for passenger and for freight transportation. The speed of moving: city transport – up to 150 km/h, freight transport – up to 120 km/h, high-speed – up to 500 km/h.

String transport can solve a number of problems:

1. On the Earth there are places where it is impossible to build a road on the existing technologies, or it is very expensive: mountains, jungles, deserts, swamps, areas of permafrost, island nations – all areas with a difficult relief. String technology can help to organize freight and passenger flow in such case.

2. Development of new fields or fields located in distant places.

3. Problems with port transport. Field of application – cargo transshipment from rolling stock to bulkers, tankers, container ships, transfer of passengers from a rolling stock to passenger ships.

4. To ease congestion. It is assumed that unibus capacity will be up to 28 people, and these vehicles can be assembled to the train, with a capacity of 100 passengers. High-speed transport in the long term allows to relieve the city, as people will be able to overcome 500 km in one hour and it will be no need to live "closer to the center".

5. Low cost. According to calculations, the cost of urban transport will be 2 times less than the cost of transportation by the subway, 3 times – the tram, 5 times – monorail. The developers claim that any high-speed SkyWay track in overpass version will cost \$3 million per kilometer, while any known overpass roads at lower speeds – automobile, steel, magnetic pillow, monorail – cost 100 million dollars per kilometer [3].

So where is the place where dreams come true?

It seems, the fourth generation of string technologies in the near future will be embodied into reality. Near Marina Gorka "EkoTehnoPark" project has been launched – there will be built cargo (1 km), the city (1 km) and long-distance high-speed (15 km) overpasses with a corresponding rolling stock and infrastructure.

Of course there are some problems with the implementation of this project. For example, the creation and installation of such type of transport will lead to reducing the number of ordinary transport, what would harm today's transport companies. The amount of working places also will reduce, if the SkyWay according to the engineers will be almost automated.

Other disadvantages and risks: bending of strings and potential accidents, problems with the state of the passengers due to high speeds and if to consider an economic point of view – the big cash costs. Unfortunately, this aspect of the issue is not commented by official representatives of SkyWay company, and we are still in the dark about terms of realization of the project.

Well, all these projects seem to be some kind of unreal, especially for our country, but in fact an engineering idea is being developed with giant steps, and transportation future of our country may be similar to these ideas. And yet, to put into force these ideas is easier than flying cars or intertemporal portals. However, we believe the courage of this project can serve as a source of pride for our Belarusian engineers who seek to improve the living conditions and comfort during transportation of passengers introducing innovative ideas to the state plans.

#### References:

1. Mode of access:

<http://www.globalchange.com/future-of-the-automotive-industry-auto-trends.htm/>. – Date of access: 01.04.2016.

2. Mode of access:

<http://www.interfax.by/news/belarus/1192142>. – Date of access: 01.04.2016.

3. Mode of access:

<http://probusiness.by/tech/1130-kak-belorusskiy-proekt-sobiraetsya-izmenit-mirovoy-rynok-perevozok-i-zarabotat-trillion-dollarov-ideya-skyway.html>. – Date of access: 01.04.2016.



УДК 811.111:004.451

A. Piatyha, M. Anastasyev, I. Vanik  
**Operating system Mac OS**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

When computers were first introduced in the 1940's and 50's, every program written had to provide instructions that told a computer how to use devices such as a printer, how to store information on a disk, as well as how to perform several other tasks not necessarily related to the program. Programmers soon realized it would be smarter to develop one program that could control the computer's hardware, which others programs could have used when they needed it. With that, the first operating system was born.

Today, operating systems control and manage the use of hardware devices such as a printer or mouse. They also provide disk management by letting you store information in files. The operating system also lets you run programs such as the basic word processor. Lastly, the operating system provides several of its own commands that help you to use the computer.

Nowadays there are many operating systems in the world. Talking about the basic systems for personal computers, we usually think about three of them: Mac OS, Windows and Linux Systems.

Mac OS, operating system (OS) developed by the American computer company Apple Inc. The OS was introduced in 1984 to run the company's Macintosh line of personal computers (PCs) [1].

Apple's marketing for the introduction of the Macintosh focused heavily on its operating system's intuitive ease of use. Unlike virtually all other contemporary PCs, the Mac OS was

graphically based. Rather than typing commands and directory paths at text prompts, users moved a mouse pointer to visually navigate the Finder – a series of virtual folders and files, represented by icons. In the 1980s Apple made an agreement allowing Microsoft to use certain aspects of the Mac interface in early versions of Windows. However, except for a brief period in the 1990s, Mac OS has never been licensed for use with computers made by manufacturers other than Apple [1].

Later Mac OS releases introduced features such as Internet file sharing, network browsing, and multiple user accounts. In 2001 the company rolled out Mac OS X, a major redesign based on both the NeXTSTEP system and Apple's most recent OS release. OS X ran on a UNIX kernel (core software code) and offered technical advances such as memory protection and preemptive multitasking, along with a more versatile Finder, an elegant-looking interface called Aqua, and a convenient graphical “dock” bar for launching frequently used applications [1].

The latest Mac OS version is OS X El Capitan (version 10.11). It is the twelfth major release of OS X. OS X El Capitan gives you simpler, smarter ways to do the things you do most with your Mac like working in multiple apps at the same time using Split View, searching for information with an even more helpful Spotlight, keeping your favorite websites handy with Pinned Sites, managing your email with full-screen view and swipe gestures [2].

Let's compare Mac OS with the most popular OS Windows. Mac operating system has traditionally been more stable than Windows. The main reason for this is that Apple used to produce both the hardware (Mac computer) and the software (Mac operating system); they had better control over the integration of the entire system. Now Apple uses in their Macs the same architecture as a PC (a PC generally refers to a computer that runs on the Windows operating system), but is

selective about the components within the system to ensure stability. Since the Windows operating system can run on hundreds of different types of computers, variations in hardware configurations within those computers can cause stability problems.

The most noticeable difference between Mac OS and Windows is in the user interfaces. While many computer users will proclaim one or the other “superior” or “best”, this is ultimately a matter of personal preference. Highlights of the UI in Mac OS X include Launchpad (a screen full of app icons for easily launching your favorite apps), hot corners that can be customized for various types of views, a “dock” that has icons for your favorite apps, full screen mode for apps, and “spaces” that create as many desktops as you like so you can minimize clutter. With Windows 8 UI highlights include a touch-friendly “metro” interface that contains “live tiles”, rectangular boxes of varying sizes on the screen that represent an app and get refreshed with the latest content from the app. Several apps utilizing the “metro” interface are full screen apps like in tablet computers [2, 3].

Mac computers are most widely used in the creative professional market, including in journalism and desktop publishing, video editing and audio editing, but have also made inroads into the educative and scientific research sectors. PCs are also used with some of the video and audio editing and research purposes but are found largely as the Home or Office Computer. PCs are also widely used in gaming due to a wider variety of games available for the Windows platform [2, 3].

The percentage of the market held by either OS is unclear. According to one source, Windows has a market share of 91.8% compared to OS X with 7.3%. Also, sales numbers do not necessarily reflect actual usage levels of various operating systems. Most new PCs are purchased with Windows installed, but users may change or upgrade to a different OS.

Additionally, some argue that Apple computers have a longer lifespan, which could mean that sales of Apple computers do not accurately reflect their current usage levels compared to Windows computers [4].

Traditionally PCs have had the upper hand when it comes to gaming because more publishers developed games for the PC platform. PCs have also provided more powerful processors and speed is an important criterion when it comes to gaming.

PCs and Macs can usually share peripherals if they connect via USB or Bluetooth, three industry standards available on every Mac. Most popular applications for Mac and PC use the same file formats, making it simple to exchange documents with friends and coworkers or move existing files from a PC to a Mac.

Both Macs and Windows have patches or updates provided online by Apple and Microsoft, respectively. Since Apple Macs now run on Intel processors, they can run Windows. At the same time, PCs have no opportunity to run Mac OS.

#### References:

1. History of Mac OS [Electronic resource]. – Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_Mac\\_OS](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Mac_OS). – Date of access: 24.03.2016.
2. OS X – What's New – Apple [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.apple.com/osx/whats-new>. – Date of access: 25.03.2016.
3. Windows Microsoft [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.microsoft.com/en-us/windows>. – Date of access: 25.03.2016.
4. Operating System Market Share [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.netmarketshare.com>. – Date of access: 26.03.2016.

УДК 811.111:004.92

E. Yolochkin, D. Sedun, D. Komissarova

## **The basics of video editing**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

December 28, 1895 ... Paris, France Boulevard des Capucines, the hall "Grand Café". This day and this place have left behind an indelible trace in the history of all mankind ... Value of the event which has taken place this day is clear to everyone without exception to the person today. On December 25, 1895 in the Grandee of Cafe hall brothers Lumiere have forever entered themselves of history as creators of cinema ...

Since that moment has passed more century. During all twentieth century cinema (to be exact, his components - motion picture art and the film industry) actively developed. The new art form has passed an era "great mute", was painted in all color scale (being initially black-and-white), from short 15-minute "miracle" has turned into hours-long ... Means of shooting (capture of the image) were improved, also ways of data storage were improved ...

In 1979, the screens out the movie "Alien", which was partly created using a computer of computers. The stunts and special effects in this movie were performed by using the most advanced at the time of the software. The film had high quality graphics, crisp images and an impressive amount of special effects, and it was recorded in analog mode, i.e. on film! (Not in any doubt about the fact that the film has received "Oscar" For best visual effects") For the "Stranger" was followed by "Star wars" and other films [1].

Today it is already impossible to do without computer in the course of creation of the movie. There were new

technologies by means of which tricks are created in the rooms (the so-called technology "motion capture") which are specially equipped for this purpose. Special effects (behind a small exception) became a path of specially trained computer artists-programmers now. On computers it became easy to work with three-dimensional graphics and animation. The great cause of brothers Lumiere hasn't died, and, on the contrary, has risen on inaccessible height and became not only art of actors, but also art, top of the embodiment of achievements of computer facilities.

Installation of any movie or transmission starts with the organization of the project. As part of a specific project editor creates the most comfortable for the job, and in accordance with their habits configuration of your seat. Only then did he begin to digitize source material. Calling the process of recording material on computer disks "digitization" began in the days of analog video, but does not occur when working with digital video recorder for digital signal conversion inputs, but the replacement of the term yet [2].

Digitization can be performed without a preview and selection of material, the so-called "digitization of summer", or according to a predetermined sheet digitizing. Digitization of summer can be done with any tape recorder, but to record on a sheet of digitized material on the disk can only be managed with a VCR and a time code. Work on the digitizing sheet can significantly speed up this is quite a tedious process.

The next step after digitization - this installation, for which in the nonlinear systems invented an extremely handy tool - a timeline. Task Timeline - quickly and clearly reflect all the changes in the film structure, the structure of the response to changes made by our assembly operations. The director can see the result obtained immediately after any installation steps. He can make any number of mounting options, and then select the best.

When the primary Assembly all necessary parts of the image and sound is consistently moved from the window to the timeline. All further actions on changing the previously collected sequences occur on the timeline. Ideally, the timeline should be no direct access to any part of the picture or sound is stored in either window. This is due to the fact that there is a simple rule: the less you have to access the source content in the window, the faster the work. The timeline is the placement of special effects, titles and audio mixing. In General, the more Assembly operations can be performed directly on the timeline, the faster will be mounted film [3].

It happens that on the same system it is sometimes difficult to do all the work in its entirety. Modern movie or TV show, especially music videos or commercials, require more complex processing of video or audio. Therefore, as a rule, from the beginning of the work is distributed among several stations, adapted for certain tasks. In the simplest case, a rough cut of the film is carried out with a reduced image quality, then directed by the system established in the draft EDL quickly assembles a "master" in any linear or nonlinear finishing circuit. Often it is easier and cheaper than when trying to make all on a single system.

#### References:

1. Mode of access: [ru.wikipedia.org/wiki/Чужой\\_](http://ru.wikipedia.org/wiki/Чужой_). – Date of access: 27.02.2016
2. Mode of access: <http://k-free.ru/?p=4>. – Date of access: 29.02.2016
3. Mode of access: <http://rus.625net.ru/625/1999/06/r1.htm>. – Date of access: 25. 02.2016

УДК 535.34, 535.37

E. Vilejshikova, E. Khomenko, P. Loiko, O. Dymshits  
**Novel NIR-to-NIR up-conversion phosphor  
for enhancing solar cell efficiency**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Trivalent thulium  $Tm^{3+}$  ion is a wide-spread rare-earth dopant of various solid-state luminescent materials. Owing to a set of cross-relaxation processes involved in forming the luminescence of these materials they provide intense blue or near infra-red (NIR) emission which depends on site of  $Tm^{3+}$  ion and local concentration of dopant. Among various  $Tm^{3+}$ -doped materials, dielectric crystals and glass-ceramics (GCs) that emit long-lived NIR luminescence are attractive due to their applications in biosensing [1] and photovoltaics. Efficient NIR-to-NIR up-conversion in  $Tm^{3+}$ -doped systems permits to improve photoelectrical transformation efficiency in conventional Si-based solar cells. NIR-to-NIR up-conversion is useful when considering the problem of spectral mismatch between solar cells and solar spectrum. In particular, for the  $Tm^{3+}-Yb^{3+}$  couple, absorption of sunlight by  $Yb^{3+}$  in the infra-red (IR) and by  $Tm^{3+}$  in the ultra-violet (UV)/visible can lead to the  $Tm^{3+}$  emission with the energy matching the band gap energy of silicon [2].

The rare-earth orthoniobates with common formula  $RENbO_4$ , where  $RE^{3+}$  is a rare-earth ion like Y, Er, Tm or Ho, are promising host materials for RE-doping [3]. When codoped with ( $Yb^{3+}$ ,  $RE^{3+}$ ) ions, they show intense visible upconversion luminescence (UCL) under near-IR excitation due to a very efficient  $Yb^{3+} \rightarrow RE^{3+}$  energy transfer (ET). The particular case of ( $Yb^{3+}$ ,  $Tm^{3+}$ ) codoping is attractive as it depends on the Yb/Tm ratio and can provide either visible or near-IR UCL.



There are two stable crystal forms of  $\text{RENbO}_4$ . The monoclinic form (M) is a low-temperature phase having the fergusonite-like structure described by the  $C2/c$  space group terms. And the high-temperature tetragonal (T) phase is a sheelite-like disordered crystalline form described within the  $I4_1/a$  space group. The reversible transition between M and T-phases at about  $500\text{--}800^\circ\text{C}$  depends mostly on the nature of  $\text{RE}^{3+}$  ion. Recent studies of glass ceramics with  $(\text{Er}, \text{Yb})\text{NbO}_4$ ,  $\text{Eu}, \text{Yb}:\text{YNbO}_4$  nanocrystals have revealed the improved luminescent properties due to the formation of M and T-phases.

In present work, we report on intense near-IR UCL from GCs containing  $\text{Yb}, \text{Tm}:\text{YNbO}_4$  nanocrystals in a dual role of nucleating agent providing volume nucleation of  $\beta$ -quartz solid solutions (ss) and luminescent crystals.

Experimental samples were prepared by the secondary treatment of glasses with the system  $\text{Li}_2\text{O}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}\text{SiO}_2$  doped by  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Tm}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , and  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  at  $T=750\text{--}1350^\circ\text{C}$ . The structural and phase transformations in the glass-ceramics resultant from the heat treatment were studied by XRD-analysis. At  $T=800^\circ\text{C}$  the system exhibited the formation of the apparently disordered T-structure of Tm,  $\text{Yb}:\text{YNbO}_4$ . According to broadening of XRD-patterns, the size of nanocrystals (7–25 nm) was growing with the temperature of the secondary heat treatment. Recrystallization of the nanosized phase from T-structure to M-structure occurred at  $900^\circ\text{C}$ .

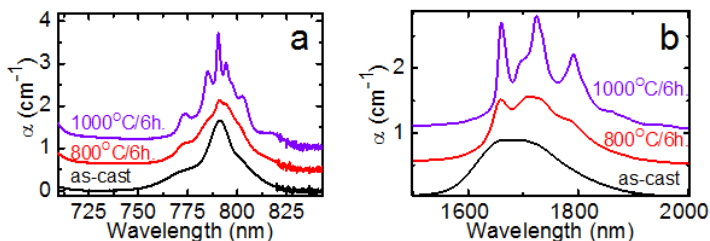


Fig. 1 - Absorption of  $\text{Tm}^{3+}$  ions related to the transitions to  ${}^3\text{H}_4$  (a) and  ${}^3\text{F}_4$  (b) states for initial glass and GCs heat-treated at  $800^\circ\text{C}$  and  $1000^\circ\text{C}$ .

The structural transformation is responsible for drastic changes in absorption and luminescence spectra of glass ceramics after crystallization of parent glass. All the observed absorption bands are attributed to transitions of  $\text{Tm}^{3+}$  ion from the ground state  $^3\text{H}_6$  to a set of the excited states  $^1\text{G}_4$ ,  $^3\text{F}_4$ , and  $^3\text{H}_4$  with the energies up to  $25000\text{ cm}^{-1}$ . The  $\text{Yb}^{3+}$  absorption band spanning from 850 to 1050 nm and related to the  $^2\text{F}_{7/2} \rightarrow ^2\text{F}_{5/2}$  transition was peaked at  $\sim 976\text{ nm}$  and it was used for excitation of samples with an InGaAs laser diode.

The spectral shape of all transitions is changed: forming of the T-phase of  $\text{Tm,Yb:YNbO}_4$  at  $800^\circ\text{C}$  results in partially resolved structure of all absorption bands. Further treatment at  $T > 1000^\circ\text{C}$  leads to the marked structuring of the absorption bands referred to the transitions of  $\text{Tm}^{3+}$  and  $\text{Yb}^{3+}$  ions as a result of the fact that  $\text{Tm}^{3+}$  and  $\text{Yb}^{3+}$  ions are incorporated into high-order monoclinic crystals  $\text{Tm,Yb:YNbO}_4$ .

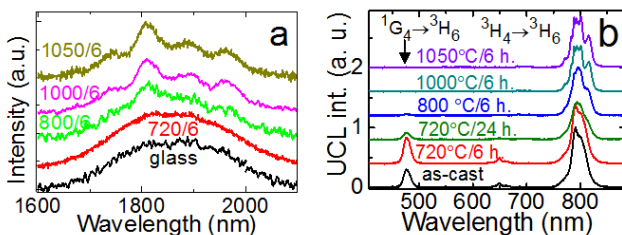


Fig. 2 - PL spectra of glass ceramics under 800 nm excitation (a) and UCL spectra (excitation at 980 nm) (b).

In a similar way the qualitative changes observed for photoluminescence (PL) spectra of the crystallized samples may be explained by reorganization of local surroundings of  $\text{Tm}^{3+}$  ions. This is clearly seen in Fig. 2 (a) showing NIR luminescence spectra of  $\text{Tm}^{3+}$  ions excited at 800 nm, which are associated with the transition  $^3\text{F}_4 \rightarrow ^3\text{H}_6$ . The spectral shapes undergo structuring in the process of heat treatment.

Crystallization of M' phase leads to redistribution of the PL intensity for all of the observed transitions.

Under excitation at 980 nm (absorption band of Yb<sup>3+</sup> ion), the intense NIR up-conversion luminescence was observed as a sharp structured band at 800 nm, Fig. 2 (b). Meanwhile the blue UCL at 469 nm (<sup>1</sup>G<sub>4</sub>→<sup>3</sup>H<sub>6</sub>) is dramatically suppressed and the lifetime of NIR luminescence at 800 nm significantly increases – up to 2 ms. Changes in the lifetimes correlate well with the above mentioned intensity redistribution in the PL and UCL spectra. ET efficiency is determined from the shortening of <sup>2</sup>F<sub>5/2</sub> lifetime of Yb<sup>3+</sup> ions for singly doped Yb:YNbO<sub>4</sub> GCs and codoped Yb,Tm:YNbO<sub>4</sub> GCs to be  $\eta_{ET} = 90 \pm 5\%$  for heat-treatments at 800-1000 °C.

In summary, transparent GCs containing Yb,Tm:YNbO<sub>4</sub> nanocrystals and  $\beta$ -quartz ss are synthesized for the first time. They provide intense pure near-IR Tm<sup>3+</sup> UCL at ~800 nm and are promising up-conversion substrate for efficient third- and second-generation solar cells.

#### References:

1. Nyk, M. et al. High contrast in vitro and in vivo photoluminescence bioimaging using near infrared to near infrared up-conversion in Tm<sup>3+</sup> and Yb<sup>3+</sup> doped fluoride nanophosphors / M. Nyk // Nano letters. – 2008. – Vol. 8, № 11. – P. 3834–3838.
2. Trupke, T. et al. Efficiency enhancement of solar cells by luminescent up-conversion of sunlight / T. Trupke // Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2006. – Vol. 90, № 18. – P. 3327–3338.
3. Dymshits, O.S., et al. Structural characteristics and spectral properties of novel transparent lithium aluminosilicate glass-ceramics containing (Er,Yb)NbO<sub>4</sub> nanocrystals / O.S. Dymshits // J. Lumin. – 2015. – Vol. 160. – P. 337–345.

УДК 811.111:728.1

A. Zhukovskiy, V. Kucher, O. Piskun

## **How to Build a House**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

### ***Breaking Ground***

**1) Lay the foundation.** After a site crew excavates the plot, you'll begin the work of laying the foundation. The type and design of the foundation will depend upon the size of your house, the ground in which it's laid, local building codes, and whether or not your home will have a basement. The most recommended and strongest type of foundation is concrete block. The excavation crew should first survey and stake the dimensions of the foundation and excavate it to the desired depth, then smooth it out to a workable surface, sometimes overlaying dirt or gravel to build upon.

**2) Pour the concrete foundation on which to build.** These are used to distribute the weight evenly and should be somewhat wider than the foundation walls, forming the perimeter of the home.

Build the form work and fill in with concrete. The form work is basically a mold for concrete, used to pour into and remove after the concrete has set. Alternatively, a block foundation can be laid which won't be removed, in which case you'll inlay rebar into the block and fill in the gaps in the block with concrete.

The thickness of the foundation should be determined carefully by a structural engineer, taking into consideration the height of the wall and the load it will be required to bear, both in terms of the building itself as well as the forces of gravity, wind, and earth that affect the structure.

**3) Set up building lines.** This means putting either batter boards or corner stakes at each corner of the house foundation to level and square up the foundation. Use a transit or building level to make sure the building lines are level and square, and check by measuring corner to corner, diagonally, to make sure the walls and corners are square.

**4) Install your chosen type of floor.** You may install a floor, called "slab on grade". Before pouring the slab floor, you need to make sure you've installed rough plumbing lines so that they are accurately placed. After the slab is poured, it'll be too late to adjust.

For a slab-on-grade floor, form up the footing and lay rebar. Generally, these floors are made on concrete block foundations. After installing your plumbing rough-ins, backfill around the foundation with dirt and gravel, compacting it appropriately. At this point, you may also want to pre-treat for termites and install moisture barrier.

For off-grade or above-grade floors, lay out and install wooden flooring piers and install your floor joist framing system to the proper specifications. Install subfloor/finish floor decking.

### ***Building the Walls and Roof***

**1) Frame the walls of your house.** You will need to lay out the wall lines on the floor, beginning at one corner, marking your bottom plate to attach to anchor bolts.

As you work, mark the location of doors, windows, and interior wall corners on the sill. Be sure to use special metal connectors/straps at the floor and tops of walls as required by code for storm and earthquake proofing.

**2) Plumb the walls and brace them securely.** Install sheathing if required. Otherwise, use sheet metal straps to diagonally brace all exterior wall corners. Make sure all studs are securely nailed in place, straight and square to the wall line.

### **3) Lay out the marks for setting your roof trusses.**

You may want to stick frame your roof, cutting and installing rafters and ceiling joists yourself (especially if you want a usable attic space). Prefab trusses, however, are engineered with lighter, smaller lumber for maximum strength. There are some trusses for attics with high-pitched roofs and dormers, as well as more traditional roofs. Research your options and choose something that works well for your home.

**4) Set each truss in the correct location.** Generally, this means 24 inches (61.0 cm) apart from one another, sometimes 16 inches (40.6 cm) for stick-bracing structures. Attach clips or other connectors to secure them, plumb the center of each truss, and temporarily support them with a rat run bracing near the peak.

Install diagonal gable bracing for a roof with gable ends to prevent the roof frame from leaning when you install the roof decking. For a hip roof, install king rafters and hip rafters, being careful to keep the adjacent plane of the roof consistent and straight

**5) Nail a sub-fascia board to connect the ends of each rafter.** Deck the trusses or rafters with plywood, oriented strand lumber, or nominal lumber such as 1 x 6 inch (2.5 cm x 15 cm) tongue groove boards.

In areas where high winds or snow loading is possible, make sure the roof decking is secured and structurally able to withstand these severe forces and conditions. Use appropriate bracing and fasteners for this scope of work.

**6) Install roofing felt for use as a moisture barrier.** To make sure the elements don't set you back as you're working, it's important to install a moisture barrier on your roof even before it's completed. Use 15 or 30 pound (6.8 or 13.8 kg) roofing felt tar paper and simplex nails, roofing tacks, or plastic capped felting tacks to secure it.

**7) Install the exterior siding and exterior features such as windows and doors.** Many locations require some type of metal flashing to prevent water from penetrating the edges and the gables, but you may be able to seal them sufficiently with caulking if it is permitted and you are able.

**8) Install your final roof.** You may choose painted sheet metal panels, rolled steel formed to lengths needed on site, or shingles, terra cotta tiles, or other materials, depending on your preference, costs, and products available at your location. Consider ridge vents, attic exhaust fans, vented dormers, and other architectural details which can increase the comfort of your house while decreasing cooling costs in hot climates.



**9) Now your house is ready for interior works...**

УДК 811.111:339.133.3

I. Ivanchik, O. Piskun

## **Prices and Consumer Incomes**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

One of the economic factors that consumers must consider carefully in making their purchases of goods and services is their own level of income. A consumer's buying power represents his or her ability to make purchases. The economy affects buying power. For example, if prices decline, consumers have greater buying power. If the value of the dollar increases relative to foreign currency, consumers have greater buying power. When inflation occurs, consumers have less buying power. For example, if a consumer spends one-half of his income on bread alone, a fifty-percent decrease in the price of bread will increase the free money available to him by the same amount which he can spend buying more bread or something else.

Most people earn their income from the work they perform, whether as physicians, carpenters, teachers, plumbers, assembly line workers, or clerks in retail stores. Some people also receive income by renting or selling land and other natural resources they own, as profit from a business or entrepreneurial venture, or from interest paid on their savings accounts or other investments. Here are the important points that determine the prices for those kinds of payments: 1) in a market economy, the basic resources used to make the goods and services that satisfy consumer demands are owned by private consumers and households; and 2) the payments, or incomes, that households receive for these productive resources rise and fall — and that fluctuation has a direct influence on the amount consumers are



willing to spend for the goods and services they want, and, in turn, on the output levels of the firms which sell those products.

Consider, for example, a worker who has just retired, and as a result earns only about 60 percent of what she did while she was working. She will cut back on her purchases of many goods and services — especially those that were related to her job, such as transportation to and from work, and work clothes — but may increase spending on a few other kinds of products, such as books and recreational goods that require more leisure time to use, perhaps including travel to see new places and old friends. Income makes consumer choice grow more complex as the type of good changes, as different product and services demonstrate different properties relative to both other products/services and a consumers preferences and utility. If, as in many countries today, there are rapidly growing numbers of people reaching retirement age, those changing spending patterns will affect the overall market prices and output levels for these products, and for many others which retirees tend to use more than most people, such as health care services. In response, some businesses will decide to make more products and services geared toward the particular interests and concerns of retirees — as long as it is profitable for firms to produce them.

To summarize, it should be noted that whether consumers are young or old; male or female; rich, poor, or middle class; every dollar, peso, pound, franc, rupee, mark or yen they spend is a signal — a kind of economic vote telling producers what goods and services they want to see produced. Consumer spending represents the basic source of demand for products sold in the market place, which is half of what determines the market prices for goods and services. The other half is based on decisions businesses make about what to produce and how to produce it.

УДК 811.111 : 621.9.06

I.Karabaniuk, S.Khomenko

## **Alternative construction materials**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

The machine tool structure performance depends on the mechanical and physical parameters of the material used to build it. Hence the materials and their properties were researched and these results were compared with the traditional cast iron. Stone based materials were analyzed: ferrocement, polymer concrete, epoxy granite, hybrid composites (constructions made of steel weldments that filled stone based polymers and fiber reinforced polymer matrix composite bolted and adhesively joined structures).

Vitor Ducatti et al. designed and developed twelve lathe bed prototypes in actual scale with the following materials: cast iron, cast steel, fiber reinforced mortar, polymer mortar, reinforced-polymer mortar and ferrocement. And the results of the static analysis showed that ferrocement, polymer mortar and reinforced polymer mortar had improved flexural strength, stiffness. It was also shown that from the point of view of dynamic behavior cast steel had higher natural frequency. The use of alternative materials in structures increased overall vibration damping [1].

Mani et al. presented testing results of cement concrete parameters (1:1.6:2.4 by weight) cement : sand : aggregate, water cement ratio (0.55) with polymer materials, prepared with two different types of binders (epoxy and polyester resin) with the same aggregates (crushed quartzite and silica sand). The aggregates: binder ratio (88:12 by weight) were used. The coarse aggregates were comprised of crushed quartzite of sizes

ranging from 10 mm to 2.36 mm. The fine aggregates were comprised of siliceous sand of sizes ranging from 1.18 mm to 150  $\mu\text{m}$ . And also the samples contained  $\text{CaCo}_3$  microfiller (94:6) with 88% of aggregates in proportion to weight. Two types of polymeric binder were used. Epoxy resin (GY-257) was added to polyamide hardener (HY-840) and the resin: hardener ratio was 1:0.5. Polyester resin was (Crystic- 196 general purpose resin) added to a catalyst (50 % solution of dimethyl phthalate in methyl ethyl ketene peroxide), and the accelerator (1 % solution of cobalt naphthanate in styrene). The analysis revealed that polymer concrete gave higher compressive, split-tensile and flexural strength by a factor of 2-4 and 3-6 than cement concrete. And the author concluded that the effect of microfiller was more pronounced in the case of epoxy- concrete than polyester-concrete [2].

Cement concrete exhibits inferior strength and other mechanical properties. Epoxy granite is a particular type of polymer concrete prepared with fine granular particles of granite material as a filler and epoxy resin as a binder. Epoxy granite exhibits excellent mechanical properties such as high damping and compressive strength as compared to polymer concrete materials. Granular size of the material ensures more ductility and the use of epoxy resin with good adhesive properties ensures high strength and reduced deformation due to creep [3]. Considering the benefits, irrespective of its high cost, epoxy granite is emerging as a promising alternative material for precision machine tool structures [4].

Based on literature survey, polymer concrete, carbon-epoxy and glass-epoxy fiber composite sandwich structures (Hybrid Composites) are being developed for high speed machine tool and other structural applications. Sandwich structures contain steel faces, inserts, aluminum rings, and C.I columns for improving the structural stiffness of the composite. Mostly in current research synthetic fibers are used. However

synthetic fibers are hazardous to human health and environment. In order to overcome the above problem, natural fiber can be used for making the composite. Thus natural fibers can be considered as potential materials for making machine tools structures in the future.

Epoxy granite material was found to exhibit good mechanical properties such as high compressive strength and damping ratio as compared to other composite materials. It can be concluded that epoxy granite material (consisting of granite aggregates (80-90 %) in the range with epoxy and hardener in the range (10-20%) of total weight), and fiber–epoxy composite (consisting of fiber (60%) with epoxy and hardener (40%) of total weight) exhibited suitable properties for machine tool and other structural applications.

#### References:

1. Kushnir E., Mahendra P. and Terrence Sh. Material considerations in optimization of machine tool structures / E. Kushnir, P. Mahendra and Sh.Terrence // Proceedings of 2001 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. – 2001, November 11-16, New York.
2. Rao S.B. Metal Cutting Machine Tool Design a Review / S.B. Rao // Journal of manufacturing Science and Engineering. – 1997. – Vol.119. – P.713–716.
3. Hawlader M.N.A., Mansur M.A., Rahman M. Thermal behavior of ferrocement / M.N.A Hawlader, M.A. Mansur M.A., M. Rahman // Journal of Ferrocement. – 1999. – Vol. 20. – P. 231–239.
4. Satoshi Ema, Etso Marui Suppression of chatter vibration of boring tools using impact dampers / E. Satoshi, M. Etso // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2000. – Vol. 40. – P.1141–1156.

УДК 811.111:004.356.2

V. Komar, O. Piskun

## **Food 3D printing technology**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

The MRE, or Meal Ready-to-Eat, is a field ration packaging in an individual, self-contained serving that was developed by the US military to provide nutritious meals to service members while in combat or in other situations where organized food preparation is not possible. While the MRE became standard issue back in 1986, the history of portable food for soldiers dates all the way back to the Revolutionary War. Those first military rations consisted primarily of beef, peas or rice, portioned out to soldiers daily. By the time the Civil War came around the military started issuing canned foods that were less perishable, eventually issued self-contained food kits. By World War I the military replaced canned meats with salted or dried meats to reduce weight and allow soldiers to carry more rations with them.

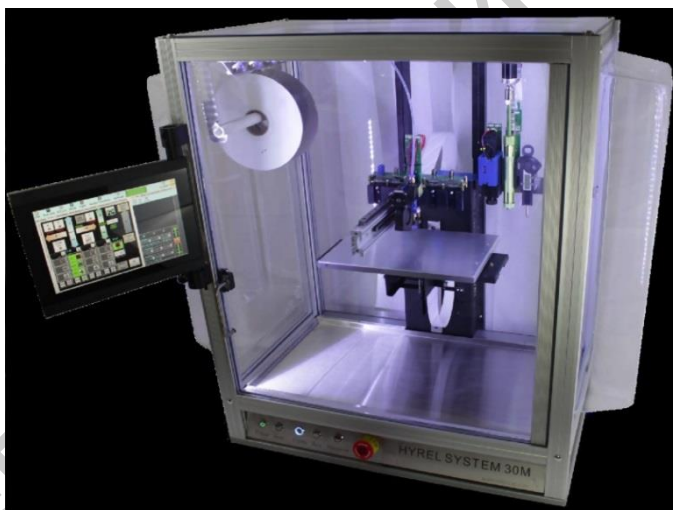
The obvious reasoning behind developing field rations is to maintain the health and strength of military personnel, but the US Army quickly learned that providing basic nutrition simply wasn't enough. During World War II the military introduced multiple varieties of field rations tailored to the needs of soldiers in specific environments, like a jungle ration or a mountain ration. When the first MREs were issued there was a menu of twelve different meals available, which quickly expanded to over twenty-four in use today, including vegetarian options. The military is constantly researching and expanding MRE options in order to make sure that they are

providing soldiers with meals that will be completely consumed and are large enough to satisfy them completely.

### **Current food 3D printing technology**

So what exactly can the military expect the future MRE to look like? If researchers from the Army's Soldier Research, Development, and Engineering Center (NSRDEC) in Natick, Massachusetts have anything to say about it meals that have been customized for each soldier. NSRDEC researchers are in the early development stage of new MRE concepts that could change the way the military eats meals. While the new MRE is still a few years out, the technology could be ready for deployment as early as 2025.

### **Hyrel 3D printer**



Hyrel 3D printer can be converted to print with almost anything, including paste and food materials.

It is expected that within the next decade every soldier will be outfitted with wearable devices that monitor and measure their physiology, as well as their nutritional needs. The collected data will be recorded and at designated times

transferred back to base camp or to a quickly set up field kitchen outfitted with several food 3D printers. Software would examine the collected data and determine if the soldier is in need of any specific vitamins or nutrients and include them in the meal that will be 3D printed specifically for them. Meals could take any form available based on the pre-existing ingredients that are available and the nutritional values can be altered automatically.

If a soldier has been awake for an extended period of time then the meal could include some additional caffeine, or foods that promote awareness and would help fight fatigue. If the soldier is low on protein, then the meal could add extra nutrients to help supplement the loss. With a food 3D printer, the limits on what form the foods can take are virtually non-existent. Entire meals could be 3D printed as full meals, portable chocolate protein bars or even as liquid meals that can be consumed quickly and taken into the field. Because a tall, muscular soldier may need more food than a short or thin soldier, the 3D printer would also determine exactly how much food the soldier needs to maintain optimal health and performance.

Current food 3D printing technology is still some ways off from being adapted for use by the military, as the types of food textures and ingredients available are still limited. Today food products like a peanut butter filled protein bar covered in chocolate can be 3D printed in about a half an hour, however the technology is still extremely new and it will become quicker. If there is anything that can be said about the 3D printing industry definitively, it's that the development of the technology moves extremely fast. Eventually an entire meal could be 3D printed in a matter of minutes, and hopefully for soldiers it will be worth the wait. Is this a meal you'd like to try one day?

УДК 811. 111: 621. 4

I.Kuleshkov, A. Chayuk, A. Bolvanovich

## **Modern engines**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Cars have become an essential part of our everyday life. They are a comfortable means of transport, which saves our energy and time. However, everything has disadvantages, and cars are not an exception. Their emissions pollute our atmosphere and are harmful for people. Scientists all over the world are actively trying to solve this problem. That's why they have invented hybrid and electric engines.

Hybrid engine: a few words about how this new technology works. Hybrid vehicles combine a conventional internal combustion engine (ICE) propulsion system with an electric propulsion system (hybrid vehicle drivetrain). This cocktail is, of course, imperfect, but it has introduced a lot of positive moments in motorists' lives. To begin with, it is necessary to dwell upon the principle of work of hybrid engines. The fuel part of such motor can work together with electric one, but realization of independent cycles is possible either. The electric component being purer and more economic mainly works in a city. The mixed scheme is more often found in Lexus and represents dense interaction of the electromotor and ICE [1].

Necessary to add, that hydrogen engines are being developed these days. Last year, Japan began selling a car Toyota Mirai – the world's first car with a hydrogen engine. The main advantage of a hydrogen car is high environmental friendliness, as the product of hydrogen combustion is water vapor. Of course, other different oils are burnt too, but anyway they are considered less toxic emissions as compared to gasoline exhausts. Motor efficiency of hydrogen fuel is higher



than that of ICE. If to speak about the disadvantages of hydrogen cars, we should mention fuel: it is rather expensive and complicated to produce on an industrial scale. Next: the lack of hydrogen infrastructure, vehicle filling stations. Transportation standards are not developed either, including fuel storage technologies and use of hydrogen fuel. Working on hydrogen fuel cells requires hydrogen power converters and powerful batteries that are heavy and have impressive dimensions. The risk of fire and explosion when working with conventional hydrogen fuel must be mentioned too [2].

Here is another environmentally friendly engine – water engine – the dream of humanity. In 2008, the world was shocked with the news of another engine running only on air and water. At this time, the good news arrived from Japan: Genepax Corporation claimed that only water and air are required for their engine. As in the version of Stan Meyer, an internal combustion engine by Genepax runs on hydrogen, which is released from water. This invention is called the Japanese MEA – Membrane Electrode Assembly. According to Nikkei, Genepax main feature of the system is that it uses a MEA, consisting of a special material, capable of complete splitting of water into hydrogen and oxygen by chemical reaction. There is no need in a special tank for the transportation of highly explosive hydrogen, and therefore the process is less dangerous [3].

References:

1. Mode of access: <http://znanieavto.ru/nuzhno-znat/gibridnye-avtomobili.html>. – Date of access: 28.03.2016.
2. Mode of access: <http://mashintop.ru/articles.php?id=2213>. – Date of access: 28.03.2016
3. Mode of access: [http://www.o8ode.ru/article/energy/razrabotan\\_dvigatel\\_rabota\\_uqii\\_na\\_vode.htm](http://www.o8ode.ru/article/energy/razrabotan_dvigatel_rabota_uqii_na_vode.htm). – Date of access: 28.03.2016.

УДК 629.05/.35=111

P. Zaharov, N. Ladutska

## **Road safety: the digital tachograph**

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Tiredness and speeding are common causes of accidents among drivers of lorries and coaches. To address this issue, the digital tachograph became mandatory in 2006 on all newly registered commercial trucks and buses across the EU.

The digital tachograph includes driving, working, on-call and rest periods for the driver and the front passenger and stores this information on the personal driver card. It helps to find out when the maximum permissible driving time has been reached and how long the next break needs to be. In addition, the device records vehicle-related data such as the truck speed and driven distance.

The remaining travel time and upcoming rest periods are displayed for the driver on the display. Thus, drivers can always see how long they can remain behind the wheel, how long the subsequent break must be and how long they may continue driving after the break.

As well as automatically receiving speed data, the tachograph records the driver's activity selected from a choice of modes. The 'drive mode' is activated automatically when the vehicle is in motion, and digital tachograph heads usually default to the 'other work' mode upon coming to rest. The 'rest' and 'availability' modes can be manually selected by the driver whilst stationary. Time spent travelling on ferries and trains is recorded in the calculation as rest periods.

You can access daily and weekly figures just by pressing a button, and you can obtain an overview of upcoming compensation times.

Also this device provides reliable information to the inspectors responsible for enforcing EU policy through road and company checks.

Digital tachograph generally consists of a motion sensor protected inside the gearbox, which transmits its signal to the vehicle unit using a secure channel. The vehicle unit processes the motion signal together with its own clock signal and stores the results internally (black box) and on the driver's personal smartcard.

The records are stored for up to 365 days and should be downloaded every 28 days (in Belarus) for reviews by public authorities or accident investigations.

Information on calibration is also stored in the mass storage device and the driver is periodically reminded of test intervals and the remaining validity of the tachograph card.

There are several types of digital card, depending on the function of the card owner: driver cards used by drivers to record driving information, company cards used by operators to retrieve data regarding their employees from the tachograph head, control cards used by law enforcement agencies to retrieve data from the tachograph head, workshop cards used by authorised tachograph technicians to fit and calibrate tachographs.

Using digital tachographs it is possible to record a vehicle's fuel consumption with the help of the additional monitoring device (Fuel Gate). Drivers can print out a report covering up to three months. Fleet managers simply analyze this data on the screen. This shows you and your drivers when and where unusually large amounts of fuel were consumed.

Fuel Gate is a ready-to-install package, i.e. it can be installed by specialist personnel in vehicle work garages and fleets. A subsequent check is not necessary. This device will help save fuel and ensure a competitive advantage.

УДК 656.025.4:006.87=111

A. Romanovich, A. Yudin, N. Ladutska

## **Ensuring safe transport of dangerous goods**

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Chemicals, through the different steps from their production to their handling, transport and use, are a real danger for human health and the environment. People of any ages, from children to elderly, using many different languages and alphabets, belonging to various social conditions, including illiterates, are daily confronted to dangerous products (e.g. chemicals).

Transport of dangerous goods needs to be regulated in order to prevent, as far as possible, accidents to persons or property and damage to the environment, the means of transport employed or to other goods. However, with different regulations in every country and for different modes of transport, international trade in chemicals and dangerous products would be seriously impeded, if not made impossible and unsafe. Moreover, dangerous goods are also subject to other kinds of regulations, e.g. work safety regulations, consumer protection regulations, storage regulations, environment protection regulations.

In order to ensure consistency between all these regulatory systems, the United Nations has developed mechanisms for the harmonization of hazard classification criteria and hazard communication tools (GHS).

To face the danger of dangerous goods, and given the reality of the extensive global trade in chemicals and the need to develop national programs to ensure their safe use, transport and disposal, it was recognized that an internationally-harmonized approach to classification and labelling would

provide the foundation for such programs. Once countries have consistent and appropriate information on the chemicals they import or produce in their own countries, the infrastructure to control chemical exposures and protect people and the environment can be established in a comprehensive manner.

The new system, which was called "Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)", addresses classification of chemicals by types of hazard and proposes harmonized hazard communication elements, including labels and safety data sheets. It aims at ensuring that information on physical hazards and toxicity from chemicals be available in order to enhance the protection of human health and the environment during the handling, transport and use of these chemicals.

While governments, regional institutions and international organizations are the primary audiences for the GHS, it also contains sufficient context and guidance for those in industry who will ultimately be implementing the requirements which have been adopted.

In addition, the UNECE administers regional agreements that ensure the effective implementation of these mechanisms as far as transport of dangerous goods by road, rail and inland waterways is concerned. Prominent regulatory frameworks for the transportation of dangerous goods include the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR), the Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail across mainland Europe (RID) and the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN). Collectively, these regulatory regimes mandate the means by which dangerous goods are to be handled, packaged, labelled and transported.

The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) was done at

Geneva on 30 September 1957 under the auspices of the United Nations Economic Commission for Europe, and it entered into force on 29 January 1968.

Legislation governing the carriage of dangerous goods by road nationally and throughout Europe, and adopted by 46 countries worldwide, is based on the ADR. This agreement has been in place for over 50 years, and is amended every two years. In Ireland the ADR is given effect by national legislation which is frequently amended to keep it in line with each new edition of the ADR. Although care has been taken to make such references as non-specific as possible, it is advised that you take account of the biennial updating of the ADR, and consequential updates to national legislation. ADR provides the practical safe transport of dangerous goods, a list of dangerous goods which may, subject to a number of rules, be carried from loading to delivery site. There are 13 classifications for dangerous goods, each governed by specific provisions.

Safety is the main purpose of the carriage of dangerous goods. To solve this problem, special Procedures are used in case of an accident.

Accidents involving dangerous goods often require the intervention of different emergency responders and procedures for the mutual exchange of information and coordination should be put in place. Cooperation between neighbouring States should also be studied. Emergency preparedness may also include participation in programmes related to the application of Intelligent Transport Systems to the tracing and tracking of dangerous goods.

Each member of the staff is specially trained on security issues. In carrying out their service obligations workers dressed in a special form must be recognized and be in possession of the required tools. Abidance by all specified requirements will allow to deliver dangerous goods to the end consumer in the most secure way.

УДК 629.113.6

P. Dovzhenko, T. Lapitskaya  
**Hybrids**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

### **History of hybrids**

Henri Pieper in 1899 developed the world's first petro-electric hybrid automobile and in 1900 Ferdinand Porsche developed a series-hybrid using two motor-in-wheel-hub arrangements with an internal combustion generator set providing the electric power, setting two speed records.

A hybrid vehicle uses two or more distinct types of power, such as internal combustion engine + electric motor.

### **Modern hybrids**

Automotive hybrid technology became widespread beginning in the late 1990s. The first mass-produced hybrid vehicle was the Toyota Prius, launched in Japan in 1997, and followed by the Honda Insight, launched in 1999 in the United States and Japan. The Prius was launched in Europe, North America and the rest of the world in 2000.

The most common form of HEV is the hybrid electric car, although hybrid electric trucks (pickups and tractors) and buses also exist.

Modern HEVs make use of efficiency-improving technologies such as regenerative brakes, which converts the vehicle's kinetic energy into electric energy to charge the battery, rather than wasting it as heat energy as conventional brakes do. Some varieties of HEVs use their internal combustion engine to generate electricity by spinning an electrical generator (this combination is known as a motor-generator), to either recharge their batteries or to directly power

the electric drive motors. Many HEVs reduce idle emissions by shutting down the ICE at idle and restarting it when needed; this is known as a start-stop system.

### **Worldwide sales**

Over 10 million hybrid electric vehicles have been sold worldwide by July 2015.

The most popular companies producing hybrid cars, are:

Toyota Motor Co.;

Honda Motor Co.;

Kia Motors;

Ford Motor Co.;

Hyundai Motor Co.;

There are 3 common types of powertrain:

- 1) parallel hybrid;
- 2) series hybrid;
- 3) series-parallel hybrid;

### **Parallel hybrids**

▪ In parallel hybrids, the ICE and the electric motor are both connected to the mechanical transmission and can simultaneously transmit power to drive the wheels, usually through a conventional transmission.

▪ The internal combustion engine of many parallel hybrids can also act as a generator for supply. Currently, commercialized parallel hybrids use a full size combustion engine with a single, small (<20 kW) electric motor and small battery pack.

▪ Parallel hybrids are more efficient than comparable non-hybrid vehicles especially during urban stop-and-go conditions where the electric motor is permitted to contribute, and during highway operation.

### **Series hybrids**

In series hybrids, only the electric motor drives the drivetrain, and a smaller ICE works as a generator to power the electric motor or to recharge the batteries. They also usually



have a larger battery pack than parallel hybrids, making them more expensive. Once the batteries are low, the small combustion engine can generate power at its optimum settings at all times, making them more efficient in extensive city driving.

### **Series-parallel hybrids**

Power-split hybrids or series-parallel hybrids are parallel hybrids. They incorporate power-split devices allowing for power paths from the engine to the wheels that can be either mechanical or electrical. The main principle behind this system is the decoupling of the power supplied by the engine (or other primary source) from the power demanded by the driver.

### **Types by degree of hybridization**

Full hybrid, sometimes also called a strong hybrid, is a vehicle that can run on just the engine, just the batteries, or a combination of both. Ford's hybrid system, Toyota's Hybrid Synergy Drive and General Motors/Chrysler's Two-Mode Hybrid technologies are full hybrid systems.

A mild hybrid is a vehicle, that cannot be driven solely on its electric motor, because the electric motor does not have enough power to propel the vehicle on its own. Mild hybrids only include some of the features found in hybrid technology, and usually achieve limited fuel consumption savings, up to 15 percent in urban driving and 8 to 10 percent overall cycle.

A plug-in hybrid electric vehicle (PHEV), also known as a plug-in hybrid, is a hybrid electric vehicle with rechargeable batteries that can be restored to full charge by connecting a plug to an external electric power source. A PHEV shares the characteristics of both a conventional hybrid electric vehicle, having an electric motor and an internal combustion engine, and of an all-electric vehicle, also having a plug to connect to the electrical grid.

### **Fuel consumption**

Current HEVs reduce petroleum consumption primarily by using three mechanisms:

- 1) Reducing wasted energy during idle/low output, generally by turning the ICE off;
- 2) Recapturing waste energy (i.e. regenerative braking);
- 3) Reducing the size and power of the ICE, and hence inefficiencies from under-utilization, by using the added power from the electric motor to compensate for the loss in peak power output from the smaller ICE.

### **Charging stations**

Nowadays the problem of hybrids is little number of stations, where you can recharge a battery of your vehicle. Also, it takes too much time to charge the battery full.

### **Noise**

Hybrids have reduced noise emissions by using electric motor. Reduced noise may not be beneficial for all road users. Tests have shown that vehicles operating in electric mode can be particularly hard to hear below 20 mph (32 km/h). That's why hybrids may be dangerous for blind people crossing the road.

### **Pollution**

Battery toxicity is a concern, although today's hybrids use NiMH batteries, not the environmentally problematic rechargeable nickel cadmium. Toyota and Honda say that they will recycle dead batteries and that disposal will pose no toxic hazards. Toyota puts a phone number on each battery, and they pay a \$200 "bounty" for each battery to help ensure that it will be properly recycled.

УДК 811.111:656.183.076.3

M. Marchuk, A. Shkompletova, A. Boyarskaya  
**Bicycle sharing system**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

It's no surprise that city bike sharing programs have exploded in popularity the last decade. Accessibility and affordability have helped to promote the concept of a short-term bike rental system as a win-win for just about anyone who is willing to ditch the use of a car for a bike.

Bicycle sharing system - rental system that is usually established on a commercial basis, which allows rent a bike at one of the automated stations to travel and return the bike to any rental, set in the same city.

The purpose of the program - to provide residents and tourists a free or very cheap access to a bicycle for short-term (no more than 3 hours), travel around the city, as an alternative to motorized public transport and car, thereby improve the environment.

Sharing bikes appeared as a non-governmental initiative, created by several independent organizations such as the attempt to transplant motorists on bicycles to reduce pollution and improve the population. Since 1974, many city governments and non-governmental organizations attended the creation of a bike sharing systems and began to consider it as part of the public transport system.

**Types**

**Unresolved use:** One of the species, in which bicycles are freely available for anyone wishing to travel on a limited area (e.g. campus). It does not require identification card, credit card or membership card. After use, the bicycle remains are not

locked up, so anyone can pick up the bike, and for the return journey, you may have to look for another.

**Deposit:** In this form, you can rent a bike after making a small deposit. The deposit is refunded when you return the bike.

**Membership:** In this version of the system, bicycles are kept either at volunteer-run hubs or at self-service terminals throughout the city. Individuals registered with the program identify themselves with their membership card (or by a smart card, via cell phone, or other methods) at any of the hubs to check out a bicycle for a short period of time, usually three hours or less. In many schemes the first half-hour is free.

**Long-term checkout:** Sometimes known as bike library systems, these bicycles may be lent free of charge, for a refundable deposit, or for a small fee. A bicycle is checked out to one person who will typically keep the bike for several months, and is encouraged or obliged to lock it between uses

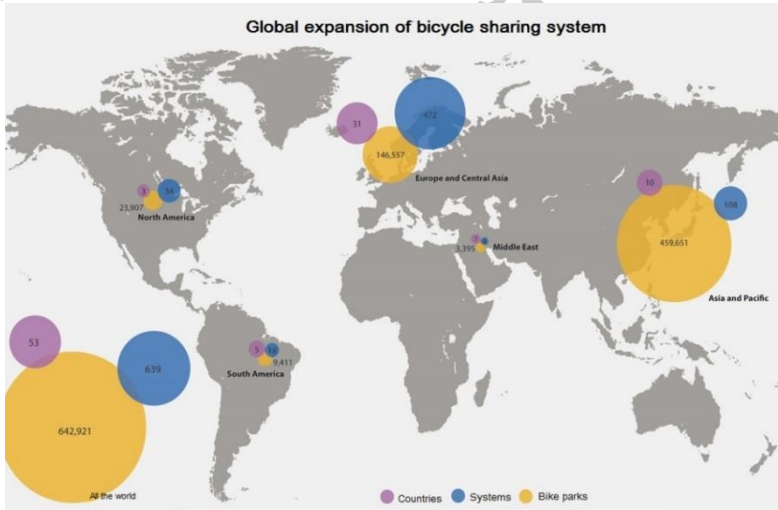
**Partnership with public transport sector:** In a national-level program a passenger railway operator or infrastructure manager partners with a national cycling organization and others to create a system closely connected with public transport. These programs usually allow for a longer rental time of up to 24 or 48 hours, as well as tourists and round trips.

In May 2011, there were around 375 bike-sharing systems comprising 236,000 bicycles, and by April 2013 there were around 535 schemes around the world, made of an estimated fleet of 517,000 bicycles. As of June 2014, public bike-sharing systems were operating in 50 countries on five continents, including 712 cities, operating approximately 806,200 bicycles at 37,500 stations.

In 2012 the Wuhan and Hangzhou Public Bicycle programs in China are the largest in the world, with around 90,000 and 60,000 bicycles respectively. In Hangzhou

there are over 2,400 stations. The Vélib' in Paris, which comprises around 18,000 bicycles and 1,230 bicycle stations, is the largest outside of China. Santander Cycles in London has about 8,000 bikes, and New York City's has about 6,000. As of May 2011, the countries with the most programs are France with 29, Spain (25), Italy (19), and China (19).

As of July 2013, the systems with the higher market penetration are Velib' in Paris with 1 bike per 97 inhabitants, Vélo'v in Lyon with 1 bike per 121 residents, and Hangzhou in China with 1 per 145. Barcelona's Bicing has 1 per 270, Montreal's Bixi has 1 per 300, London's Santander Cycles has 1 per 984, and New York City's City Bike has 1 per 8,336.



*Bicycle sharing system in London*

**How it works:** urban bike rental network earned in London in the summer of 2010. In its development and launch, as well as 140 million pounds has been spent the first six years of operation, 25 of which provide a bank Barclays network, which became the sole sponsor of the project, and received in return the right to place on vehicles of your logo. As in the first

months after the launch, and now the London bike rental does not bring substantial income. Typically, the length of free travel does not exceed half an hour. So income is provided only through fee subscriptions, the cost of which ranges from 2 to 90 pounds. Rent launched with the aim to solve, at least partially, the problem of urban congestion; however, this problem was never solved. Even though in recent years the Londoners increasingly began to use bikes, this is not enough to relieve the road. Before you rent a bike, you need to buy a special dongle (3 pounds). Then, the client is invited to choose one of three possible rates: daily, weekly or yearly. Criticism is not only relatively high price of bicycles, but also their device. In particular, users complain about the lack of baskets and locks on the bikes. The main fan hire London is the Mayor Boris Johnson of the British capital. Each year he personally opens bike season in Hyde Park, but other than that almost always goes to work by bicycle.

Unfortunately, there is no bicycle sharing system in Belarus.

### **Advantages of bicycle sharing system**

#### Plans flexibility

Public rental involves a combination of different ways to get to a place. It is impossible with a personal bike.

#### Security

No need to worry about parking and secure bicycle: leave it at the station, it is a public property.

### **Disadvantages of bike sharing system**

#### Irresponsibility

Intensive use of bicycles by people who are not responsible for their condition affects the copies.

#### Pre-planned route

With the help of bicycle sharing system you cannot always reach from point A to point B. So you have to plan your route, taking into account the available stations.

УДК 811.111:629.33.07

K. Novitskiy, A. Boyarskaya

## **Self-driving Cars**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Self-driving cars (autonomous cars) - are vehicles capable of sensing its environment and navigating without human input. There are two definitions which describe this type of vehicles: “autonomous” (which is more widespread) and “automated” (which is more accurate). "Automated" connotes control or operation by a machine, while "autonomous" connotes acting alone or independently. Most of the vehicle concepts (that we are currently aware of) have a person in the driver's seat, utilize a communication connection to the cloud or other vehicles, and do not independently select either destinations or routes for reaching them. Thus, the term "automated" would more accurately describe these vehicle concepts. There are 2 most widespread classifications of autonomous cars. The NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) classification which varies from regular vehicles to fully-automated. Another classification was created as alternative for the first one, but have the same scale. The main difference between them is strict division between automated and non-automated vehicles.

There are certain countries and states which allow public road testing of automated vehicles or conjugate technologies such as: UK, Switzerland (Swisscom, Volkswagen Passat, Zurich), France (2000 km).

There are no fundamental innovations in the internal structure of autonomous cars. All devices are highly developed versions of their predecessors.

Lidar gives the vehicle 360 degree understanding of its environment so the car can sense objects in front of, beside, and behind itself at the same time, all the time. The laser also helps the vehicle to determine its location in the world.

Information from the sensors is cross-checked and processed by the software so that different objects around the vehicle can be sensed and differentiated accurately, and safe driving decisions can then be made based on all the information received.

Position sensor, located in the wheel hub, detects the rotations made by the wheels of the car to help the vehicle understand its position in the world.

Radar detects vehicles far ahead and measures their speed so that the car can safely slow down or speed up with other vehicles on the road.

Still, with the development of self-driving car technologies major problems of further development appeared.

**1 Human interaction**

Autonomous cars struggle to recognize humans alongside the vehicle or walking in front of it.

**Warning:** Pedestrians, cyclists and construction workers in the road could all be put at risk of collision.

Let's say an autonomous car was travelling along a road.

A police officer is stood by the roadside signalling for traffic to stop. The car fails to recognise him. It carries on driving and causes an accident.

**When will this be solved?**

**Unknown**

Testing human/robot interaction properly is difficult due to limited interactions.

Developers still need to solve the autonomous cars difficulty in recognising pedestrian hazards and small animals.

**2 The weather**

**Poor weather** leaves most automated vision-systems in the dark and unable to see.

**Snow and ice** are untested hazards for self-driving cars, and vehicle performance is uncertain.

It's unknown how autonomous cars will handle:

Avoiding ice, Detecting lanes under snow, Driving in wet conditions.

The car might well detect snow as an obstruction and refuse to move.

**When will this be solved?**

**2020**

By this time, \$20 billion will have been spent on adding sensors to smart cities.

Increasing the number of embedded sensors in the environment to guide the car – and including more sensors in the vehicles themselves – could solve the problem.


First two problems are connected with future development of autonomous vehicle technologies. One way of solving these issues is creating "smart cities" systems. These




systems include sensors installed on the streets of cities, which would be sent in the vehicle and processed, so that the car can assess the situation around it more precisely and make right decision.

These two issues are based on problem of choice. Sometimes violation of the law is a necessity if you want to save human live. Currently the way of cars behavior in this kinds of situation is unpredictable and there are no way how to solve this problem.

### 3 Morality and ethics




**The law and ethics**  
can conflict with one another in dangerous situations – the right choice might require illegal acts.




**Legalist safety directives**  
could lead autonomous cars to make poor decisions in emergencies.

It's unknown how autonomous cars will handle:



An emergency stop would cause a fatal collision with those behind




Carrying on would run down the child

What choice would the car make?

When will this be solved?


Unknown

Robot ethics is still in its formative stages, and focuses primarily on military drones




As autonomous cars get closer to our roads, the ethical question will also gain more coverage.

### 4 The law




**Safety testing**  
must be completed outside of the R&D environment in a statistically significant way.




**Legal theorists**  
will need to account for the new problems raised by autonomous cars.

Suppose the car detects the child suddenly appearing in its path:



The car performs an emergency stop




The child is still hit – but the car had performed exactly as it was programmed to

What choice would the car make?

When will this be solved?

2017

The date by which the Department of Transport has promised a review.



Until comprehensive feasibility and safety reports have been made, autonomous vehicles could be limited to freight and goods.

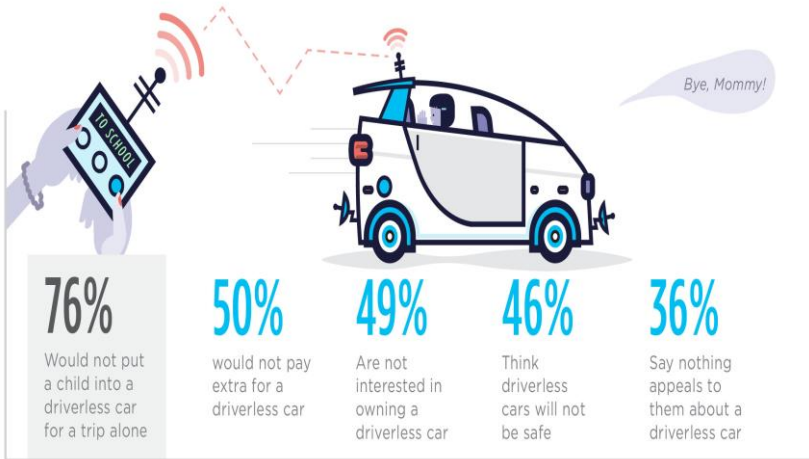
With new technologies being implemented new safety issues appear. Large variety of sensors can break down and cause an accident. This equipment is also extremely expensive, due to its hi-tech nature. These takes us to issue number 6. Of course the price tag will drop in future, but nowadays it is what it is.

Despite the development and improvement of existing technologies public trust ratings are still very low. As you can see almost half of the respondents are not interested in owning a driverless car, which shows that consumers are not ready for

pervasion of automated cars in everyday life of society.

1. Overall, consumers are skeptical about driverless cars:

nerdwallet



The fact that forecasts and predictions are extremely optimistic may surprise ordinary viewer, but there are certain factors which cause this bright prospects. Firstly, development of driverless technologies and their practical implementation is a great chance for to take the lead in the market. This causes major corporations to invest large amount of resources in evolving industry. For example 2020 is the year by which BMW, Nissan, GM, Mercedes and Cadillac plan to offer mostly self-driving cars. BMW predicts that fully-autonomous commercial vehicle will become available in 2025. Mercedes announced concept of automated truck which is planned to be released in 2025

Implementing of these technologies can be compared to invention of an assembly lane. Autonomous car is very promising project and can turn automobile industry upside down. Future development can lead us to complete remaining car concept.

УДК 811.111:796

A. Adamovich, M. Muraveiko, L. Pedko

## **Improving fitness for sprints and stop-and-go sports - the science**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Sprinting demands a high rate of energy production to cover the power output of muscles working at maximum intensity. Failure to match the rate of energy expenditure with energy production within muscle cells results in fatigue. Single short sprints rely almost entirely on two fuels – muscle glycogen and phosphocreatine (PCr) – to rapidly replace the ATP used during this type of maximal exercise. For example, during a 6-10 s sprint, the rapid rate of ATP resynthesis is covered equally by the anaerobic degradation of muscle glycogen in the glycolytic pathway and PCr breakdown. Prolonging a single sprint or engaging in stop-and-go sports that require multiple-sprints makes an ever-increasing demand on aerobic metabolism to replace ATP in working muscles. During prolonged periods of multiple sprints of short duration (e.g. 6-10 s), PCr stores are replenished during short recovery periods, while muscle glycogen is replaced by nutritional intervention after exercise [1].

Sprinting demands the recruitment of both the fast and slow contracting muscle fibers and training leads to recruitment patterns that bring the fast fibers into action rapidly. Adaptations to sprint training can be considered under three headings, namely muscle fiber recruitment, strength and metabolic efficiency. Resistance training improves strength by increasing the recruitment of a larger muscle mass and by increasing the size of muscle fibers. Strength and speed

translate into the 'power' needed to compete in multiple-sprint sports. The metabolic adaptations of muscle improve the anaerobic degradation of muscle glycogen so that ATP can be formed more quickly while also improving the buffering capacity to deal with the accumulation of hydrogen ions that accompany lactate formation during this energy producing process. During short recovery periods between multiple sprints, PCr resynthesis relies on adequate oxygen consumption. Failure to replace the PCr stores before the next sprint results in a decrease in power output that translates into a decrease in sprint speed and hence distance covered. As the number of brief sprints increase, so aerobic metabolism makes an increasing contribution to energy production; this is usually accompanied by a gradual decrease in power output. So one commonly used strategy is to train to improve the capacity for sprinting at less than maximum pace along with training to improve maximum sprint speed. Although everyone improves with sprint training, the rate of adaptation and ultimate achievements depend on several factors, including the athlete's genetic characteristics [1].

This presentation will describe training programs that have proved effective in training elite "stop-and-go" athletes, including the American League and National League Rookies of the Year, MLB Batting Champion, NBA All-Stars, WTA Grand Slam Champions, NFL All-Pros, PGA Champions, and many more. In addition, the presentation will summarize the concepts involved in functional training for sport that lead to innovative and specific exercise prescriptions for stop-and-go athletes.

Training programs for selected athletes will be outlined. Specific movement preparation routines are designed to increase core temperature while actively elongating the muscles, activating the stabilizers and proprioceptors, and properly sequencing the forthcoming motor skills necessary for

preparation or competition. Movement skills for stop-and-go sports will be reviewed with emphasis on improving the biomechanics, motor programming, and development of linear and multi-directional speed. Development of linear speed requires enhancement of the start, acceleration, transition, absolute speed, and speed endurance. Improvement of multi-directional speed involves teaching the sequential general skills, including lateral and base movements, cross-over movements, cutting (power and speed), and backpedaling, and then progressing to special and very sports-specific pre-programmed and random skills. Specific types of muscular strength (the Performance Contractile Continuum), ranging from stabilizing strength to propulsive strength, must be improved to support the required motor skills. It is also important to enhance the elastic (stretch-shorten cycle) continuum, including rapid response, short response, long response, and very long response movements. Innovative protocols for developing energy systems range from complementary non-impact, high-speed movements on both dry land and hydrotherapy environments to sport-specific and motor ability-specific applications.

Optimal performance training programs also require effective and ethical regeneration/recovery protocols. These protocols include basic nutritional strategies, athlete-specific and sport-specific dietary supplementation regimens, hydrotherapy, hot/cold therapies, sleep strategies, psychological recovery, and lifestyle skills.

#### References:

1. Borg, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* / G.A. Borg. – 1982. – 381 p.

I. Drozd, M. Shantar, I. Surinovich, E. Slesarenok

## **Kinetic Energy Recovery System**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

**KERS** (Kinetic Energy Recovery System, Eng. Recovery system for kinetic energy) is a mostly electrical system for braking energy recovery, which was released in Formula 1 from 2009 to 2013 for use, and was in 2014 replaced by ERS. With the recovery of energy - in vehicle is also spoken of recuperation - and hybrid drive to the race car, according to the FIA and the car manufacturers become more environmentally friendly. KERS is used in electrical, electromechanical and mechanical variant [1].

**KERS consists of four major components:**

- 1. Motor / generator** - electric motor that can run as a generator (i.e., to produce energy, select the kinetic energy from the engine shaft and convert it into electrical), as well as in motor mode (to convert electrical energy into rotational and transmit it to the motor shaft).
- 2. CPU (Electronic Control Unit)** - the central processing unit or control unit KERS system. This unit deals with charging and discharging the battery, switching on and off of the motor. In fact it is the brain of the whole system, it monitors the status of the battery (due to their charge) and the motor state (prevents overload). As it is this block monitors the temperature of all elements.
- 3. Battery Pack** - A set of lithium-ion batteries. They are often located under the pilot's seat (in the center of the body), for proper weight distribution of the car. There is no proven "insider" information that the set of batteries provides 400 V and 700 - 800 A, in this case weighs about 25 to 30 kg. This weight is added to the minimum set by

the car's weight (605 kg) on the rules of racing. **4. Kers Button** - KERS control button. It is located on the difficult steering wheel of the Formula 1 pilot. The pilot clicks on it when it is necessary to use more energy during the race. Often, this happens at the start, but do not forget that the system starts to work only with overcoming the speed limit of 100 km / h [2].

**Energy accumulation (charge cycle)** - when braking on the rear drive wheels through a motor kinetic energy is transmitted to the motor / generator shaft. That, in its turn, transfers the power to the main control unit of KERS, which distributes electricity for the batteries.

**Using the stored energy (discharge cycle)** - during acceleration, when the pilot must use the extra energy he clicks on the button. Button in its turn sends a signal to the control unit, which connects battery directly to the motor / generator. The motor converts electrical energy into torque and transfers force to the motor shaft.

**Disadvantages of improving this system:** Scientists have repeatedly pointed some of shortcomings of regenerative braking systems. First of all, it is the low level of efficiency, which makes the cost of equipping a vehicle with system virtually unrecoverable. Indeed, the car can travel hundreds of kilometers per day and almost did not slow down at the same time. In the best case, the braking distance will amount to several hundred meters, for which a negligible amount of energy to be produced. In addition to the cost of creating a regenerative braking system the car must be equipped with a conventional brake system, as soon as it guarantees the safety of the driver. For several reasons, regenerative braking may not be effective in all driving situations and serves as a supplement to the service brake.

**Advantages of improving this system:** A mechanical kinetic energy recovery system (or KERS) is smaller and lighter than a petrol-electric hybrid system, and in real-world

conditions it hacks back fuel consumption by a similar percentage to a hybrid. And without troubling the engineers too much, you can add an F1-style boost function, which gives you a big lump of torque on tap if you need to overtake. Or do big, smoky burnouts. All of this, plainly, is a Good Thing. The sort of Good Thing that's attracted big, globo-corp manufacturers like Volvo, which has just built a KERS-equipped S60 T5 development mule. At the fore, there's the company's older 254hp five-cylinder petrol engine, powering the front wheels, and astern there's a Flybrid KERS system powering the back axle [2].

So, how does it work? Kinetic energy that you'd ordinarily lose to heat while braking is sent to a flywheel, which can capture 150 watt hours in around eight seconds of gentle braking. That's the same amount of energy you'd need to charge 25 new iPhones captured in a third of the time it'd take a Toyota Prius.

Once it's been recovered, it can be stored for about half an hour or used immediately, either as a supplement to the engine, or in one great big lump. Chose the former and it'll cut consumption by up to 25 per cent. Chose the latter and you get 80hp added instantly. Obviously, we tried the latter [2].

And all this thrust comes from a little box of gears and clutches that weighs 60kg, requires virtually no maintenance, and will last for what the company claim is the realistic life of the car. The batteries in Volvo's current petrol/electric hybrid weigh 300kg alone, and will have to be replaced after about a decade.

#### References:

1. Mode of access: <http://pop-hi-tech.ru/texnologii/kers-sistema-rekuperacii-kineticheskoy-energii.html>. – Date of access: 20.02.2016.
2. Mode of access: <http://www.ijser.org/paper/Kinetic-Energy-Recovery-System.html>. – Date of access: 18.02.2016.



УДК 811.111:796.712

I. Kuntsevich, E. Slesarenok

**National Association for Stock Car Auto Racing  
(NASCAR)**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

The National Association for Stock Car Auto Racing (NASCAR) is a family-owned and operated business venture that sanctions and governs multiple auto-racing sports events. Bill France, Sr. founded the company in 1948 and his grandson Brian France became their CEO in 2003. NASCAR is motorsport's preeminent stock-car racing organization. NASCAR is second to the National Football League among professional sports franchises in terms of television ratings in the United States. Internationally, its races are broadcast in over 150 countries.

Stock car racing in the United States has its origins in bootlegging during Prohibition, when drivers ran bootleg whiskey made primarily in the Appalachian region of the United States. Bootleggers needed to distribute their illicit products, and they typically used small, fast vehicles to better evade the police. Many of the drivers would modify their cars for speed and handling, as well as increased cargo capacity, and some of them came to love the fast-paced driving down twisty mountain roads. The cars continued to improve, and by the late 1940s, races featuring these cars were being run for pride and profit. These races were popular entertainment in the rural Southern United States, and they are most closely associated with the Wilkes County region of North Carolina. Most races in those days were of modified cars. Street vehicles were lightened and reinforced.

In the 1920s and 30s, Daytona Beach became known as the place to set world land speed records, supplanting France and Belgium as the preferred location for land speed records, with 8 consecutive world records set between 1927 and 1935. Drivers raced on a 4.1-mile (6.6 km) course, consisting of a 1.5–2.0-mile (2.4–3.2 km) stretch of beach as one straightaway, and a narrow blacktop beachfront highway, State Road A1A, as the other. The two straights were connected by two tight, deeply rutted and sand covered turns at each end.

Early in NASCAR's history, foreign manufacturers had shown interest in entering the series; the British car manufacturer, MG, found a few of its vehicles entered, with some placing. For example, in August 16, 1963 in the International 200, Smokey Cook drove an MG to a 17th-place finish. The first NASCAR competition held outside of the U.S. was in Canada, where on July 1, 1952, Buddy Shuman won a 200-lap race on a half-mile (800 m) dirt track in Stamford Park, Ontario, near Niagara Falls.

In 2011, NASCAR announced a number of major rules changes. The most important was a simplified points system that is also being adopted by the Nationwide and Truck Series. The winner of a race now receives 43 points, with one-point decrements for each subsequent position (42 for second, 41 for third, and so on). The winner also receives 3 bonus points, and single bonus points are awarded to all drivers who lead a lap, plus the driver who leads the most laps. Another significant change involves the qualifying process for the Chase. The number of qualifying drivers will remain at 12, but only the top 10 will qualify solely on regular-season points. The remaining two Chase drivers will be the two drivers in the next 10 of the point standings (11th through 20th) with the most race wins in the regular season.

In 2014, NASCAR announced another revamp to the Chase format, expanding the Chase pool to 16 drivers, and

eliminating four drivers after every three races, leaving four drivers to compete for the championship at the season finale at Homestead. In addition, wins were given an increased emphasis, with the 16 drivers with the most wins (15 if the points leader is winless; points leader will receive an automatic berth) gaining a spot in the chase. If there are less than 16 winners, the remaining spots will be filled based on the conventional points system [1].

Although NASCAR frequently publicizes the safety measures it mandates for drivers, these features are often only adopted long after they were initially developed, and only in response to an injury or fatality. The impact-absorbing "SAFER Barrier" that is now in use had been proposed by legendary mechanic Smokey Yunick during the 1970s, but his idea had been dismissed as too expensive and unnecessary. Only after the deaths of Adam Petty, Kenny Irwin and Tony Roper in 2000, and Dale Earnhardt in 2001 did NASCAR revisit the idea of decreasing the G-forces a driver sustained during a crash. Other examples of available safety features that were slow to be implemented include the mandating of a throttle "kill switch". The "kill switch" was mandated after the death of Adam Petty, along with the requirements of an anti-spill bladder in fuel cells. Fire-retardant driver suits were required only after the death of Glen "Fireball" Roberts, who died from complications of burns suffered in a crash. Dale Earnhardt was killed after he received massive head and neck trauma from a hard crash in the 2001 Daytona 500. Earnhardt's death prompted NASCAR to require all drivers to use the "HANS device" (Head And Neck Support Device), a device that keeps the driver's neck from going forward in a wreck. In the mid-2000s, NASCAR redesigned the racing vehicle with safety improvements, calling it the Car of Tomorrow. The car has a higher roof, wider cockpit, and the driver seat was located more toward the center of the vehicle.

Similar to other professional leagues and sanctioning bodies, NASCAR has been the target of criticism on various topics from various sources. Some critics note the significant differences between today's NASCAR vehicles and true "stock" cars. Others frequently cite the dominance of the France family in NASCAR's business structure, policies, and decision making. Recently, the increased number of Cup drivers competing consistently in the Xfinity Series races has been hotly debated. Another general area of criticism, not only of NASCAR but other motorsports as well, includes questions about fuel consumption, emissions and pollution, and the use of lead additives in the gasoline. Originally scheduled for 2008, NASCAR adopted the use of unleaded fuel in all three of its top series in 2007. In 2011, NASCAR switched to E15 "green" fuel (15% ethanol and 85% gasoline) for all three touring series. As NASCAR has made moves to improve its national appeal, it has begun racing at new tracks, and ceased racing at some traditional ones – a sore spot for the traditional fan base. Most recently, NASCAR has been challenged on the types and frequency of caution flags, with some critics suggesting the outcome of races is being manipulated, and that the intention is not safety, as NASCAR claims, but closer racing. There have been a few accidents involving fans during races and even some off the tracks, but no spectator has ever been killed during a race in an accident relating to the race.

Expanding into international markets could increase NASCAR's popularity and allow foreign sponsors and manufactures to get involved in the sport. Some think that an increase in international diversity would translate into growth and generate greater opportunities for NASCAR fans.

References:

1. Mode of access: [www.nascar.com](http://www.nascar.com). – Date of access: 15.03.2016.

УДК 811.111:004.73

G. Romanovsky, A. Soltanov, E. Slesarenok  
**History of social networks**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Every human being needs communication. Centuries ago, people could communicate on a distance only by posting letters. It was a very slow process. A simple conversation could take several months. With the invention of electricity and telephone, people had an ability to speak with each other ignoring the distance. But there were some issues — telephones were, hard to connect immobile, massive, connected by lots of cables. Also telephones could transmit only voice. That wasn't enough. People wanted to share other information. That became possible with the invention of internet. Internet gave lots of new abilities. All digitized information such as audio, video, text, images could be transmitted all over the world. But unfortunately users didn't have convenient tool to share this information. So that first social networks were created to solve this problem [1].

The first social media site that everyone can agree actually was social media was a website called Six Degrees. It was named after the '*six degrees of separation*' theory and lasted from 1997 to 2001. Six Degrees allowed users to create a profile and then friend other users. Six Degrees even allowed those who didn't register as users to confirm friendships and connected quite a few people this way.

From Six Degrees, the internet moved into the era of blogging and instant messaging. Although blogging may not seem like social media precisely, the term fits because people were suddenly able to communicate with a blog other instantly

as well as other readers. The term “blog” is a form of the phrase “Weblog” which was coined by Jorn Barger, an early blogger that was the editor of the site “Robot Wisdom.”

Although the younger generation of today might not know about it, back in the early 2000’s the website MySpace was the popular place to set up a profile and make friends. MySpace was the original social media profile website, leading into and inspiring websites like Facebook.

But even though MySpace has a very small user base today compared to Facebook and Twitter, there are musicians who have used MySpace to promote their music and even be heard by record producers and other artists. Colbie Caillat is an example [1].

Another website that was one of the beginning social media websites was LinkedIn, still a social media website today, geared specifically towards professionals who want to network with each other.

In fact, most of the social media websites we have today are similar to LinkedIn, in that they are specifically about one particular thing, or they have some kind of unique quality that has made them popular. While MySpace was a general social media site, LinkedIn was, and is still is, meant for professional businesspeople to connect with each other to network, find jobs and socialize [2].

In 2004, Mark Zuckerberg launched what would soon become the social media giant that would set the bar for all other social media services. Facebook is the number one social media website today and it currently boasts over a billion users.

However, back in 2004, Facebook (TheFacebook.com then) was launched just for Harvard students. Zuckerberg saw the potential and released the service to the world at the website facebook.com.

In 2006, the popularity of text messaging or SMS inspired Jack Dorsey, Biz Stone, Noah Glass and Evan

Williams to create Twitter, a service that had the unique distinction of allowing users to send “tweets” of 140 characters or less. Today, Twitter has over 500 million users.

Social media today consists of thousands of social media platforms, all serving the same – but slightly different purpose. Of course, some social media platforms are more popular than others, but even the smaller ones get used by a portion of the population because each one caters to a very different type of person.

For example: Instagram caters to the kind of person that communicates through photographs best, and other platforms such as Twitter are perfect for those who communicate in short bursts of information. As mentioned, businesses are using social media to promote their products and services in a brand new way and so each form of social media serves a purpose that the others available may not.

#### References:

1. Mode of access: [www.ebizmba.com](http://www.ebizmba.com). – Date of access: 10.02.2016
2. Bastos, M.T. Bridging Structural Holes: Scholarly Collaboration in Online Social Networks. *Journalism Studies* / M.T. Bastos. – ACM SocialCom’14. – 2014. – P. 8

I. Hamulskiy, L. Pedko

## **Peculiarities of Road Passenger Transport Market**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Every country needs strong transport connections to drive trade and economic growth and to create employment and prosperity. Transport networks are at the heart of the supply chain and are the foundation of any country's economy. They make places accessible, bring and bind us together and allow us a high quality of life.

The development of transport system is one of the foreground tasks of Belarusian state economic policy. The overall performance raise of automobile carriers and quality improvement of provided transport services are impossible without further technology development and modern management techniques and firstly on road passenger transport.

The transport sector is an important economic sector in Belarus. Belarus has been a net exporter of practically all modes of transport services. The country serves as a transit corridor between the European Union (EU) and Russia and potentially between the EU and Asia; thus, the strategic geographical location of Belarus places the country on two of the Pan-European corridors that the EU has committed to promote.

Belarus has a public road network length that is mostly adequate for current traffic levels. The Government is therefore implementing a program to improve the overall condition of the road network and expand the capacity of parts of the Republican roads. Belarus has adopted a detailed road classification system and has initiated general revisions of its



technical norms and standards in line with European standards and directives.

A significant financing gap exists in the area of road infrastructure. The quality of spending could also be improved through the systematic use of a road asset management system which should lead to a better prioritization of road sector interventions (investment, rehabilitation and maintenance). The Government plans to close part of the financing gap in the road sector through the expansion of road tolling [1].

The development of the transportation complex is a first-priority task, which affects the growth of the Belarusian economy and the improvement of the living standards of the population. The development of the state economy is impossible without resolution of the main transport system problems. Among the main disadvantages of the Belarusian transportation system are the low technical and technological levels. Also, the transport-logistic system is poorly developed.

The process of decentralizing transport production and management of road transport has led to the formation in the end of 1990's of a large number of small enterprises of various forms of ownership involved in the provision of passenger transport. As a result, it has become more difficult to control their activities, including in the sphere of environmental protection. Small firms and individual carriers, as a rule, do not pay environmental levies or fines and ignore environmental protection regulations. This all leads to the growth of the negative impact of certain parts of the road transport infrastructure on the environment and public health.

Road transport is, without exaggeration, the blood circulatory system of the country's economy, penetrating of industrial and agricultural production, as well as the service sector. When one takes into account that over 80% of producers do not have access to any other means of delivering their goods, it becomes clear that the role and significance of

road transport as a fundamental mode of transportation will continue to grow steadily, both domestically and internationally [1].

In Belarus, public transport has traditionally played a major role in moving passengers within cities, suburbs and between cities. In this, primarily buses, taxis and 'route' taxis are used. Public transport went through a serious crisis during the first years of market reforms, but in the recent past the situation has somewhat stabilized. Nevertheless, passenger carriers face a number of problems in their daily operations, primarily dealing with organizational, technical and financial issues such as the worsening of the transport services quality; the elimination or shortening of public transport routes; the rise in the transport expenses footed by the population; the increase in the number of illegal public transport operators.

The shortage of equipment in the transport fleet, an increase of 34 times in the waiting time for passengers during rush hours, the universal use of buses past their design lifespan, and a sharp drop in the rate of replacement of rolling stock all contribute to a decrease in the level of service. It is important to note that it is practically impossible to finance the replacement and development of the bus fleet solely from the accounts of regional and local budgets due to the continual deficits found there.

Modern public transport is in need of intensive reforms. The time has come to curtail the role of budget subsidies, moving instead to a system of self-financing and to establish a sound environment for the attraction of major private investment. It is therefore imperative that all levels of government turn their attention to solving the problems currently brewing in public transport. Local self-governing authorities should control access to scheduled routes, including any that were not established by a municipal order. This practice is fully justified and is in operation in several

developed countries. Competition on routes should be replaced with competition for the right to operate a given route based on the conclusion of longterm contracts for carrying out transport activities [2].

On the whole, some recommendations for transport sector can be marked out. These include the increase of logistics performance; the improvement of the institutional framework of the Belarus transport sector leading to the preparation of a consolidated National Transport Strategy; the improvement of transport sector sustainability which requires placing greater emphasis on maintaining assets and specially addressing the backlog in the maintenance of the road network.

It is necessary to mark that active work has already been undertaken aimed at improving legislation, road traffic rules, and regulatory support. Belarusian Government tries to perfect the normative legal base, which regulates passenger automobile transportation, to take rational measures to raise the recoupment of passenger traffic on urban and suburban routes, to use different methods for the analysis of the market of passenger transport services and to develop up-to-date management techniques for different types of transport services.

#### References:

1. Belarus: transport sector policy note. The World Bank Group, P.1-12 / Mode of access: [http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDS/P/IB/2011/02/03/000356161\\_20110203004308?Rendered?PDF/550150ESW0whit1Box358280B01PUBLIC1.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDS/P/IB/2011/02/03/000356161_20110203004308?Rendered?PDF/550150ESW0whit1Box358280B01PUBLIC1.pdf). – Date of Access: 06.03.2016
2. Road transport in Russia 2003-2004 Moscow: IRU, P. 3-23. / Mode of access: [http://www/irueapd.org/detail\\_publications/id.30](http://www/irueapd.org/detail_publications/id.30). – Date of access: 12.03.2016

УДК 811.111:621.382.049.77

A. Hmyrak, D. Korobeynik, Y. Beznis.

## **Microcontrollers. Programmable Logic Controllers**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Microprocessors and microcontrollers do not reveal any strict border between them as certain chips can access external code and/or data memory (microprocessor mode) and are equipped with particular peripheral components. Some microcontrollers have an internal RC (resistance-capacitance) oscillator and do not need an external component. However, an external quartz or ceramic resonator or RC network is frequently connected to the built-in, active element of the clock generator. Clock frequency varies from 32 up to 75 MHz. Another auxiliary circuit generates the reset signal for an appropriate period after a supply is turned on. Watchdog circuits generate chip reset when a periodic retriggering signal does not come in time due to a program problem [1].

There are several modes of consumption reduction activated by program instructions. Complexity and structure of the interrupt system (total number of sources and their priority level selection), settings of level/edge sensitivity of external sources and events in internal (i.e., peripheral) sources, and handling of simultaneous interrupt events appear as some of the most important criteria of microcontroller taxonomy. Although 16- and 32-bit microcontrollers are engaged in special, demanding applications (servo-unit control), most applications employ 8-bit chips. Some microcontrollers can internally operate with a 16-bit or even 32-bit data only in fixed-point range—microcontrollers are not provided with floating point unit (FPU).

New microcontroller families are built on RISC (Reduced Instruction Set) core executing due to pipelining one instruction per few clock cycles or even per each cycle. One can find further differences in addressing modes, number of direct accessible registers, and type of code memory (ranging from 1 to 128 KB) that are important from the view of firmware development.

Flash memory enables quick and even in-system programming (ISP) using 3–5 wires, whereas classical EPROM makes chips more expensive due to windowed ceramic packaging. Some microcontrollers have built-in boot and debug capability to load code from a PC into the flash memory using UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) and RS-232C serial line. OTP (One Time Programmable) EPROM or ROM appear effective for large production series. Data EEPROM (from 64 B to 4 KB) for calibration constants, parameter tables, status storage, and passwords that can be written by firmware stand beside the standard SRAM (from 32 B to 4 KB).

The range of peripheral components is very wide. Every chip has bidirectional I/O (input/output) pins associated in 8-bit ports, but they often have an alternate function. Certain chips can set an input decision level and pull-up or pull-down current sources. Output drivers vary in open collector or tri-state circuitry and maximal currents. At least one 8-bit timer/counter (usually provided with a prescaler) counts either external events or internal clocks, to measure time intervals, and periodically generates an interrupt or variable baud rate for serial communication. General purpose 16-bit counters and appropriate registers form either capture units to store the time of input transients or compare units that generate output transients as a stepper motor drive status or PWM (pulse width modulation) signal. A real-time counter (RTC) represents a special kind of counter that runs even in sleep mode. One or

two asynchronous and optionally synchronous serial interfaces (UART/USART) communicate with a master computer while other serial interfaces like SPI, CAN, and I<sup>2</sup>C control other specific chips employed in the device or system [1].

Almost every microcontroller family has members that are provided with an A/D converter and a multiplexer of single-ended inputs. Input range is usually unipolar and equal to supply voltage or rarely to the on-chip voltage reference. The conversion time is given by the successive approximation principle of ADC, and the effective number of bits (ENOB) usually does not reach the nominal resolution 8, 10, or 12 bits. There are other special interface circuits, such as field programmable gate array (FPGA), that can be configured as an arbitrary digital circuit. Microcontroller firmware is usually programmed in an assembly language or in C language. Many software tools, including chip simulators, are available on websites of chip manufacturers or third-party companies free of charge. A professional integrated development environment and debugging hardware (in-circuit emulator) is more expensive. However, smart use of an inexpensive ROM simulator in a microprocessor system or a step-by-step development cycle using an ISP programmer of flash microcontroller can develop fairly complex applications.

A programmable logic controller (PLC) is a microprocessor-based control unit designed for an industrial installation (housing, terminals, ambient resistance, fault tolerance) in a power switchboard to control machinery or an industrial process.

A PLC consists of a CPU with memories and an I/O interface housed either in a compact box or in modules plugged in a frame and connected with proprietary buses. The compact box starts with about 16 I/O interfaces, while the module design can have thousands of I/O interfaces. Isolated inputs usually recognize industrial logic, 24 V DC or main AC

voltage, while outputs are provided either with isolated solid state switches (24 V for solenoid valves and contactors) or with relays. Screw terminal boards represent connection facilities, which are preferred in PLCs to wire them to the controlled systems. I/O logical levels can be indicated with LEDs near to terminals. Since PLCs are typically utilized to replace relays, they execute Boolean (bit, logical) operations and timer/counter functions (a finite state automaton). Analog I/O, integer or even floating point arithmetic, PWM outputs, and RTC are implemented in up-to-date PLCs. A PLC works by continually scanning a program, such as machine code, that is interpreted by an embedded microprocessor (CPU). The scan time is the time it takes to check the input status, to execute all branches (all individual rungs of a ladder diagram) of the program using internal (state) bit variables if any, and to update the output status. The scan time is dependent on the complexity of the program (milliseconds or tens of msec). The next scan operation either follows the previous one immediately (free running) or starts periodically.

Programming languages for PLCs are described in IEC-1131-3 nomenclature: LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), ST (structured Text), IL (Instruction List), SFC (Sequential Function Chart). PLCs are programmed using cross-compiling and debugging tools running on a PC or with programming terminals (usually using IL), both connected with a serial link [1].

#### References:

1. Mode of access: <http://www.amci.com/tutorials/tutorials-what-is-programmable-logic-controller.asp/> Date of access: 10.02.2016

УДК 621.791.14.03

M.Spetsyian, S.Khomenko

## Friction Stir Welding

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Friction stir welding (FSW) was invented at The Welding Institute (TWI) of UK in 1991 as a solid-state joining technique, and it was initially applied to aluminum alloys. The basic concept of FSW is remarkably simple. A non-consumable rotating tool with a specially designed pin and shoulder is inserted into the abutting edges of sheets or plates to be joined and traversed along the line of joint (Fig. 1).

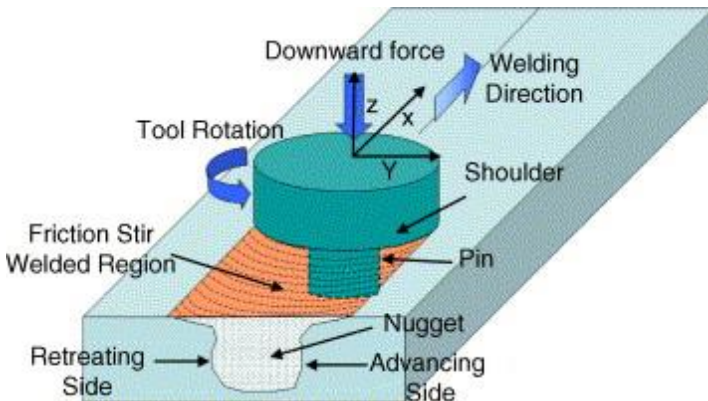


Fig. 1 - Schematic drawing of friction stir welding.

The tool serves two primary functions: (a) heating of a workpiece, and (b) movement of material to produce the joint. The heating is accomplished by friction between the tool and a workpiece and plastic deformation of a workpiece. The localized heating softens the material around the pin and tool



rotation leads to movement of material from the front of the pin to the back of the pin. As a result of this process a joint is produced in 'solid state'. Because of various geometrical features of the tool, the material movement around the pin can be quite complex. During FSW process, the material undergoes intense plastic deformation at elevated temperature, resulting in generation of fine and equiaxed recrystallized grains. The fine microstructure in friction stir welds produces good mechanical properties.

As compared to the conventional welding methods, FSW consumes considerably less energy. No cover gas or flux is used, thereby making the process environmentally friendly. The joining does not involve any use of filler metal and therefore any aluminum alloy can be joined without concern for the compatibility of composition, which is an issue in fusion welding. When desirable, dissimilar aluminum alloys and composites can be joined with equal ease. In contrast to the traditional friction welding, which is usually performed on small axisymmetric parts that can be rotated and pushed against each other to form a joint, friction stir welding can be applied to various types of joints such as butt joints, lap joints, T butt joints, and fillet joints [1].

The process advantages result from the fact that the FSW process takes place in the solid phase below the melting point of the materials to be joined. The benefits include the ability to join materials that are difficult to join by fusion weld, for example, 2XXX and 7XXX aluminium alloys, magnesium and copper. Friction stir welding can use purpose-designed equipment or modified existing machine tool technology. The process is also suitable for automation and is adaptable for robot use.

Other advantages are as follows:

- low distortion and shrinkage, even in long welds

- excellent mechanical properties in fatigue, tensile and bend tests
- no arc or fumes
- no porosity
- no spatter
- the possibility to operate in all positions
- the use of one tool for up to 1000m of weld length in 6XXX series aluminium alloys
- no filler wire is required
- no grinding, brushing or pickling is required in mass production
- aluminium and copper of >75mm thickness can be weld in one pass [2].

#### Process parameters and tool geometry

For FSW, two parameters are very important: tool rotation rate ( $\omega$ , rpm) in clockwise or counterclockwise direction and tool traverse speed ( $v$ , mm/min) along the line of joint. The rotation of tool results in stirring and mixing of material around the rotating pin and the movement of tool makes the stirred material move from the front to the back of the pin and finishes welding process. Higher tool rotation rates generate higher temperature because of higher friction heating and result in more intense stirring and mixing of material.

Tool geometry is the most influential aspect of process development. The tool geometry plays a critical role in material flow and in turn governs the traverse rate at which FSW can be conducted. An FSW tool consists of a shoulder and a pin. The tool has two primary functions: localized heating and material flow. In the initial stage of tool plunge, the heating results primarily from the friction between a pin and a workpiece. Some additional heating results from deformation of material. The tool is plunged till the shoulder touches a workpiece. The friction between the shoulder and a workpiece results in the biggest component of heating. From the heating aspect, the

relative size of a pin and a shoulder is important, and the other design features are not critical. The shoulder also provides confinement for the heated volume of material. The second function of the tool is to ‘stir’ and ‘move’ the material. The uniformity of microstructure and properties is governed by the tool design. Generally a concave shoulder and threaded cylindrical pins are used.

The most convenient joint configurations for FSW are butt and lap joints. Two plates or sheets with the same thickness are placed on a backing plate and clamped firmly to prevent the abutting joint faces from being forced apart. During the initial plunge of the tool, the forces are fairly large and extra care is required to ensure that the plates in butt configuration do not separate. A rotating tool is plunged into the joint line and traversed along this line when the shoulder of the tool is in intimate contact with the surface of the plates, producing a weld along abutting line [3].

#### References:

1. Thomas, W.M. Improvements relating to friction welding / W.M.Thomas, E.D.Nicholas, J.C.Needham. – London, 1995. – P.21–23.
2. Dawes, C.J Friction stir process welds aluminium alloys / Dawes C.J., Thomas W.M. // Welding J. – Miami, 1996. – №3. – P.41–45.
3. Threadgill, P.L. Friction stir welding process / P.L.Threadgill, A.J.Leonard, H.R.Schercliff // TWI Global. – Liverpool, 2013. – №5. – P.10–13.

K. Markin, S. Khomenko

### **3D-printer development for food materials**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

3D - the printing or "additive production" – process of creation of integral three-dimensional objects practically of any geometrical form on the basis of digital model. 3D - the printing is based on the concept of creation of object sequentially by the put layers displaying model circuits. Actually, 3D - the printing is the complete antithesis of such traditional methods of mechanical production and processing as milling or cutting where formation of appearance of a product happens due to deleting excess material (so-called "subtractive production") [1].

The 3D technology really impresses. Food 3D-printers whose existence seemed impossible still yesterday became reality today, and it is quite possible that they will be something quite common in the near future. One of the key advantages of the food 3D-printer is an opportunity to create the food adapted to needs of a specific customer i.e. with a variable chemical composition and different biological value, for example, children, athletes, sick and elderly people [2].

The chocolate 3D-printer is the ideal tool for restaurateurs, professional chefs [3]. Also it is simply necessary for the customers wishing to acquire products of "beautiful" decorative forms. 3D printers can print chocolate products of the most different forms from dark, milk or white chocolate by means of normal process of extrusion on the basis of which the existing FDM 3D - printers work. Like other very difficult objects which can't be made without the aid of additive

technologies the printer can create different edible products which can't be made by means of traditional casting [4].

It is necessary to mark that now in Belarus food 3D-printers aren't made. Therefore the development of similar devices is the actual task whose solution is a necessary stage in the course of enhancement of the production technology of confectionery.

We analyzed the existing constructions of 3D-printers. It was found out that for chocolate printing, as a basic model, it is more reasonable to use the RepRap project. In this case FDM is used as printing technology. At this stage, we created the 3D printer on the basis of Prusa Mendel in which the standard extruder is changed and adapted for chocolate printing.



Fig. 1 - Construction of the 3D printer on the basis of Prusa Mendel

Advantages of this construction:

- the simplified build process,
- most of the details can be printed on other 3D printer,
- it is easy in operation,
- big area of printing.

Shortcomings:

- not high accuracy and printing quality,
- vibration when printing,
- low speed of printing.

Soon the pilot studies of the printing head will be made for chocolate printing, and also other pastelike and creamy substances. This will help to establish the optimum, technological parameters of printing allowing to increase quality and speed of printing products in comparison with the existing analogs.

References:

1. Mode of access:

[http://3dtoday.ru/wiki/3D\\_print\\_technology/](http://3dtoday.ru/wiki/3D_print_technology/). – Date of access: 20.02.2016.

2. Mode of access: [http://sitmaster.by/articles/article\\_post/chto-za-zver-pishchevoy-3d-printer/](http://sitmaster.by/articles/article_post/chto-za-zver-pishchevoy-3d-printer/). – Date of access: 20.02.2016.

3. Mode of access:

<http://3d-expo.ru/ru/11-pishchevyh-3d-printerov-s-kotorymi-v-budushchem-golod-nam-ne-strashen>. – Date of access: 23.02.2016.

4. Mode of access:

<http://www.3dindustry.ru/article/2962/>. – Date of access: 25.02.2016.

УДК 811.111:330

G.Dudchenko, O. Piskun

## **Power Engineering and Economics**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus



Power engineers are recognized for their knowledge and skills in conceiving, designing, implementing and operating devices, machines, engines and energy systems in the field of power engineering.

Graduates from Power Engineering Department - which is consistently rated in the top 10 departments in Belarus - are part of a new breed of engineer who can take on challenges ranging from traditional industries to areas such as nuclear engineering, sustainable development and alternative sources of energy.

Studying Power Engineering and Economics will help you develop an awareness of the financial and economic aspects of industrial management, including raising capital in the bond markets to finance innovation in the power engineering industry. Such awareness is highly sought-after and rewarded by employers.

### **What you'll study**

The majority of our students follow five-year courses of study. Program objective is to train students to master modern power engineering technologies and system management, industrial engineering theory and methods, advanced technology and methods to solve engineering problems. The students get the knowledge of economics, management and system engineering theory, and will be able to analyze and solve financial problems in production systems. The program aims to train students to have a team work spirit and innovative

spirit. The graduates will be engaged in project planning, economics and industrial management in domestic and foreign power engineering areas.

### **Years 1, 2**

You'll focus on the mainstream core of engineering subjects, together with Applied Mathematics and Information Technology.

First and second-year students learn the fundamental principles and concepts of the following subjects:

- Advanced Mathematics
- Statistics
- Mechanics
- Physics
- Electrical engineering
- Computer science
- Industrial Engineering Foundation
- Microeconomics
- Macroeconomics
- Foreign language
- Structural mechanics and materials
- Management Information System, etc.

### **Year 3**

The program aims to train students to master theoretical knowledge and business skills in management, economy, accounting, law and auditing. Students get familiar with domestic and foreign financial analysis methods, policies and regulations.

Main Courses: Financial Accounting, Fundamental Accounting, Auditing, Economic Law, Planning Management and Investment Analysis, Fundamental Decision-making, etc.

### **Years 4, 5**

In your final years of study, you'll begin operating as an economist in power engineering industry, working closely with



academic staff as mentors. You'll also complete an individual project, which is mandatory for professional accreditation.

Final years broaden students' horizons and deepen their understanding of specialist areas, such as power engineering systems and economics. Students study the following disciplines: Production Management, Engineering Enterprise Financial Statement Analysis, Industrial Management, Project Estimate and Budget of Engineering Enterprises, Power Engineering Marketing, Personnel Management, etc.

### **Postgraduate education**

The Belarusian National Technical University is one of the main centers of postgraduate teaching in the country. Power Engineering graduates may continue their studies working for a Master's degree. All research degree courses help postgraduate students realize their potential as researchers.

**In conclusion**, it should be noted that Power Engineering graduates learning economics are multi-talented. With a specialized business focus, they can forecast company growth and talk numbers in the board room as well as solve economic problems in business operations. This flexibility has shown greater opportunity and faster upward mobility within organizations than most other business majors.

Power Engineering Management students combine rigorous courses in arts, science, and economics to sharpen strong analytic, business and technical skills. A dedication to continually learning - new processes, technology and skills - is a hallmark of a future specialist.

УДК 658.512.2

A. Sharoykina, T. Akulich

## **The Design of Cars in Automobile Industry**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

### Cars of the twenties

The twentieth century will undoubtedly go down in history as the century of the car. In the beginning of the century, at the dawn of the age of the car was the slogan "a Car is not a luxury but a means of transportation", now this slogan has become a reality. The car has become for most people an integral part of life that many cannot imagine life without a car. Trace the development of this industry through the years by the example of vehicles made by FORD.

The first cars if in our understanding it is possible to call them cars, were more similar to carriages, the first models "F o r d A" and "F o r d T" can be an example. The reasons of a similar form of a body can be different: first in sheathe old stereotypes of the designers who have got used that carriages were the weight open. Secondly the small speed of the car didn't cause the necessity in more streamline shapes. If to consider technical features of the first cars, then it is better to pay attention to "F o r d A" or "F o r d T", older models of the 20th years old. The first that draws attention - it is angular forms and standard, for the subsequent models ever produced under the name of FORD, an arrangement of units in forward part of the car. The second can note total absence of a body per second, that is it exists but in more simplified form, in the form of a lonzheronny frame. It means that all details of a body fastened not on sheathe to a body frame, and were fastened among themselves but only after that a peculiar cover put on on

the lonzheronny chassis on which the engine, "coupling", "transmission" has been already strengthened.

Small power of cars was one of the first a problem with which designers have stumbled need of reduction of weight or increase in power followed from her. Safety of passengers and the driver became the second problem, this problem was resolved and till today. Then there were problems of durability and corrosion firmness of metal details of cars [1].

#### Car of the sixties

New fuel-efficient models. All American passenger cars produced between 1960 and 1969 have the classic scheme of location of units i.e. the engine block with the clutch and gearbox are located at the front of the chassis and rear drive wheels driven through PTO shaft. One example of this arrangement of units is the automobile concern ford "F o l k e n". The rear suspension is of the conventional type with semi-elliptic leaf springs, transmitting the pushing force and perceiving the reactive moments from the rear axle. Front suspension is independent, spring with torque rod, its construction is similar to that used on the FORD cars produced worldwide. Transmission in standard 3-speed (automatic). Six seater car weighs 550 kg less than the standard FORD "F e i r l a n d", which is achieved mainly due to the 50% savings in engine weight and the use of load-bearing structure of the body. The front wings are attached to the body by bolts to facilitate repair and replacement. On the car "F o l k e n" minimized decorative ornaments. The grille is made of aluminum.

The types of bodies used on passenger cars has remained unchanged and is characterized by an overwhelming proliferation of closed models such as a sedan or coupe (2 or 4 door). There has been a further increase in the application of the closed body type H a r d T o p, not have an intermediate stand between the front and rear doors, as well as versatile

cargo and passenger bodies of various kinds. The external shape of cars, as already mentioned, have been in the 60-ies of the next upgrade. It can be noted a further decrease in the height of the vehicle, lowering and extension utrirovannye “aviation” forms of stabilizers in the rear of the car (for example FORD “G a l a x y”) and mitigate the harsh eye-catching decorative profiled plates on the side panels of the body. Almost all firms have changed the shape and size of the radiator grille [1].

Improving safety and comfort. Improving the safety and comfortableness of cars in the 60 years and now was in the spotlight with the release of new models and upgrading old ones.

The generalization of the design of cars 60-ies. Analyzing the model 60-ies for the case of one model (the FORD “F o l k e n”) you can set the main points of “evolution”, American cars in particular cars of FORD:

1.Improving traffic safety, and thus attracting more buyers ciska.

2.The cessation of the race for power vehicles, increasing in size, weight reduction, approaching the prices of cars to the average buyer – the car stops being a luxury, is becoming a means of transportation, to which both aspired in the beginning of the century.

3.Activities in the field of engineering and technology, aimed at increase of longevity, durability and economy cars. The major problem was working on all firms is the transition for aluminum engines, lighter and more economical. By 1969 almost all the models of FORD and had aluminum engines.

#### Cars of the 90-ies

Consideration of the design models of FORD 90 years you can spend on the model a FORD “Monode”. Body of this model although similar to its predecessors, such as FORD “S i e r r a”, but also much different from them. The type body can

be defined as a multi-purpose sedan, but there are also universal “M o n o d e”. The main distinctive feature of new models of 90-ies can be called a desire to bring the car to the person owning them. The body of the new “M o d e o n ” has become more obtekaemo the drag coefficient CX is noticeably decreased to 0.28. To obtain such a low coefficient of firm FORD were applied aviation technology.

The Ford company was always in search of new technologies, especially in the production process, design and security. Advanced technology that the Ford company has acquired also gives the company a competitive advantage in terms of packaging, driving dynamics, comfort, efficiency and cost of ownership. The three most important goals to reach by Ford because of the technology are: quality, cost and speed.

Quality: the new processes help Ford designers to test the vehicle several times in order to experiment with all its different parts. Cost: designers have the ability to test the vehicle on the screen with maximum accuracy in the shortest possible time. Another important advantage in the composition of labor used for these operations. Prior to the introduction of these new processes, the time required to do all these operations was 12 weeks and needed the 12 designers. Speed: Ford also has the ability to deliver their products to market in a very short period of time. This Ford allows to anticipate the General market and to exceed customers ' expectations.

#### References:

1. Mode of access:

<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=25295>. – Date of access: 29.03.2016.

УДК 621.3.038.825.2

M. Barashkova, <sup>1</sup> K. Gorbachenya, <sup>1</sup> A. Yasukevich, V. Kisel,  
<sup>1</sup> N. Kuleshov, <sup>2</sup> N. Leonyuk, <sup>2</sup> S. Choi, F. Rotermund,  
<sup>1</sup> S. Khomenko

## **Passively Q-switched Er,Yb:GdAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> laser with SWCNT as a saturable absorber**

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus  
Moscow State University, Moscow, Russian Federation  
Ajou University, Suwon, Republic of Korea

Erbium lasers emitting in the 1.5-1.6  $\mu\text{m}$  spectral range are widely used in different industrial areas such as laser range-finding, optical location and LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) systems because of eye-safety and weak absorption in the atmosphere. Passive Q-switching is probably one of the most efficient and easy-to-realize method to obtain short laser pulses at high repetition rate for abovementioned applications.

Er,Yb:GdAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (Er,Yb:GdAB) crystal was shown recently to be efficient laser material for the 1.5-1.6  $\mu\text{m}$  spectral range [1]. A passively Q-switched regime of operation of Er,Yb:GdAB laser was demonstrated with Co<sup>2+</sup>:MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> crystal as saturable absorber and pulse energies of 18.7  $\mu\text{J}$  at a repetition rates of 32 kHz with pulse duration of 12 ns were obtained [2].

Recently, single-wall carbon nanotube based saturable absorbers (SWCNT-SAs) have attracted much attention due to wide spectral range of operation from 1 to 2  $\mu\text{m}$ , simple fabrication process, low cost, and fast recovery time. SWCNT-SAs have been successfully used in Q-switched bulk lasers emitting near 1  $\mu\text{m}$  and 2  $\mu\text{m}$  [3]. However, only few implementations of SWCNT-SAs in 1.5  $\mu\text{m}$  Q-switched fiber

lasers are known. In this report a diode-pumped passively Q-switched Er,Yb:GdAB laser emitting at 1550 nm with SWCNT as a saturable absorber is demonstrated.

The Q-switched laser experiments have been made using a plano- plano cavity, consisted of a flat input mirror (IM) antireflection coated (AR) for 950-1050 nm and high-reflection (HR) coated for 1500-1600 nm and output coupler (OC) with different transmissions of 6% and 9% at the laser wavelength. A 976 nm fiber-coupled laser diode emitting output power up to 12 W was used as a pump source. After passing simple lens system the pump beam was focused into 120  $\mu\text{m}$  spot inside the crystal. The active element (AE) - 1.5-mm-thick c-cut Er,Yb:GdAB crystal absorbed about 90% of pump power was AR coated for both pump and lasing wavelengths, wrapped in indium foil for good thermal contact and mounted between two copper slabs with the hole in the center to permit passing of pump and laser beams. The temperature of active element was kept at 14°C by means of thermo-electrical cooling elements with water-cooled heatsink. The SWCNT-SA was inserted between the active element and OC. The minimal physical cavity length was about 9 mm, that was limited by the design of active element cooling system. The experimental setup is shown in Fig. 1.

The stable passively Q-switched regime of operation was obtained only for OCs with transmission of 6 and 9%, while damage of SWCNT-SA was observed for OCs with lower transmission.

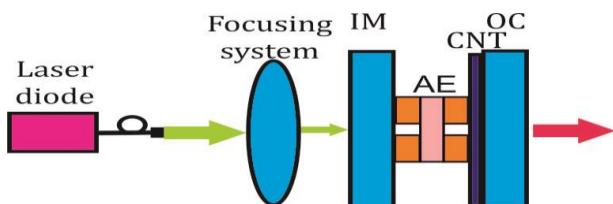


Fig. 1 - The setup for Q-switched laser experiments: plano-plano cavity

Laser pulses with energy of  $0.8 \mu\text{J}$  and pulse duration of  $130 \text{ ns}$  were obtained at a the highest repetition rate of  $500 \text{ kHz}$  at  $1550 \text{ nm}$  for the output coupler with transmission of  $6\%$  when incident pump power was  $5 \text{ W}$  (Fig.2). The input-output characteristics while using  $9\%$  OC were close to  $6\%$  OC. The spatial profile of the output beam was TEM<sub>00</sub>-mode with  $M^2 < 1.2$ .

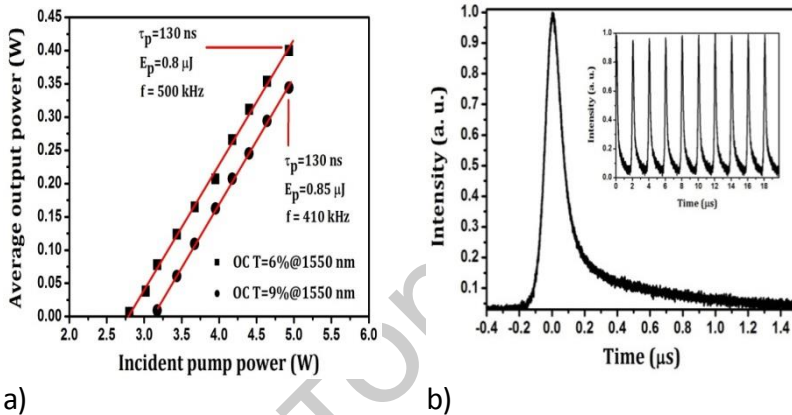


Fig. 2 - a) Input-output characteristics of passively Q-switched Er,Yb:GdAB laser with SWCNT-SA in the plano-plano cavity; b) single pulse with the duration of  $130 \text{ ns}$ . The inset in (b) shows the output pulse train with the repetition rate of  $500 \text{ kHz}$

Along with the experimental investigations a mathematical model of such laser was developed on the basis of the approaches described in details in [4]. The relevant energy levels of  $\text{Er}^{3+}$  and  $\text{Yb}^{3+}$  ions in Er,Yb:GdAB are given in Fig. 3. Taking into account the short lifetimes of  ${}^4\text{I}_{11/2}$  ( $\approx 100 \text{ ns}$ ) all up-conversion processes were neglected. The recovery time of the SWCNT is much shorter than laser pulse duration, therefore an approximation of fast passive modulator was used.

In Table 1 experimental and calculated data are given for the incident pump power of  $5 \text{ W}$ .



Table 1. Experimental and calculated laser performance for the laser with plano-plano cavity

OC transmission (%)	Pulse energy, $\mu\text{J}$		Pulse duration, ns		Repetition rate, kHz	
	exp.	calc.	exp.	calc.	exp.	calc.
6	0.8	0.8	130	116	500	507
9	0.85	0.79	130	135	410	388

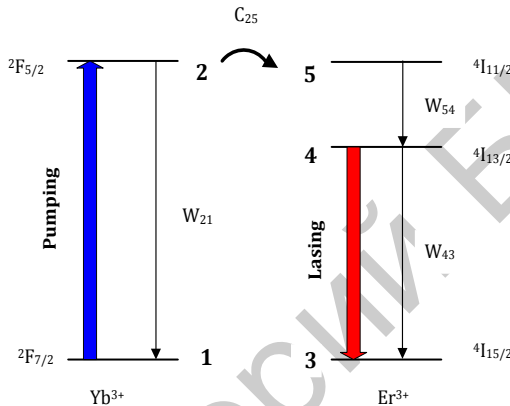


Fig. 3 - Diagram of energy levels of  $\text{Yb}^{3+}$  and  $\text{Er}^{3+}$  ions

In conclusion, passively Q-switched Er,Yb:GdAB laser was demonstrated by using SWCNT as a saturable absorber. The shortest Q-switched laser pulses with duration of 130 ns at a maximum repetition rate of 500 kHz were obtained in plano-plano cavity. Simulation of Er,Yb:GdAB laser parameters with rate equations gives reasonable agreement with experimental results.

#### References:

Gorbachenya, K.N. Highly efficient continuous-wave diode-pumped Er, Yb:GdAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> laser / K.N. Gorbachenya [et al.] // Opt. Lett. – 2013. – Vol. 38. – P. 2446–2448.

Gorbachenya, K.N. Eye-safe 1.55  $\mu\text{m}$  passively Q-switched Er,Yb:GdAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> diode-pumped laser / K.N. Gorbachenya [et al.] // Opt. Lett. – 2016 . – Vol. 41. – P. 918– 921.

Qin, H.B. Diode-pumped passively Q-switched Nd:YVO<sub>4</sub> laser with a carbon nanotube saturable absorber / H.B. Qin [et al.] // Laser Physics. – 2011 . – Vol. 21. – P. 1562– 1565.

Mond, M. Diode pumped 1.5  $\mu\text{m}$  Er, Yb:glass laser / M.Mond [et al.] // OSA TOPS on Adv. Solid State Lasers. – 2000. – Vol. 34. – P. 212.

УДК 811.111:355.01:004.896

T. Taraila, O. Piskun

### **Military transportation robots**

Belarusian National Technical University

Minsk, Belarus

Logistics have always been an important part of successful warfare. Military transportation robots can increase the efficiency of logistics as well as aid soldiers in movement. There are a lot of things to move both on the battlefield as well as in its vicinity. Indeed, weapons, ammunition and different supplies have to be moved to the point of action. At the end - causalities also have to be picked up from the battlefield. By putting humans to this work they are often exposed to a risk that could be avoided. We are not talking only about people that carry things around in a backpack - more about the drivers that have to drive into dangerous areas. Sure, that is what they do for living. Still, these hazards could be avoided and the transportation jobs made more effective. This is where military transportation robots come into the story. You can imagine how the robots could ease causality extraction from the battlefield. Also, different transportation jobs could be made

more effective. At the end, soldiers could travel longer distances if they could take more supplies with them.

### **Autonomous Platform Demonstrator**

The Autonomous Platform Demonstrator or APD is a military transportation robot developed by the U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering center - TARDEC. It's a 9.6-ton heavy and 15-foot long UGV designed to demonstrate latest technological achievements in this field. It has a hybrid-electric drive train with six in-hub electric motors powered by li-ion batteries charged using an on-board diesel generator. The APD is a skid steer vehicle that can pivot-turn in place. Other technologies include a lightweight hull, an advanced suspension system, and others. From control point of view it can be controlled in real-time by a soldier or it can operate autonomously. Autonomously it can operate at speeds up to 50 mph. It can travel along a GPS way point route and avoid obstacles in its way. The robotic vehicle can overcome 1-meter high obstacles and navigate 60 degree steep slopes. The culmination of this program is Soldier Operation Experiments in 2010. Eventually it will become the main test platform for the RVCA (Robot Vehicle Control Architecture) Army Technology Objective.



## **R-gator**

People who like coffee and milk mix them together because one good thing can't spoil another good thing. The same happens when two companies that are great professionals in their corresponding fields work together to create something new. This has happened in case of r-gator, one of military transportation robots. John Deere has great experience in making all-terrain vehicles and iRobot has great experience in making robotic solutions. So, they take a battle proven vehicle - the m-gator, equip it with iRobot's devices and voila - we have an unmanned ground vehicle. So, it can be remote controlled using an xbox 360 controller. It can move autonomously along a preprogrammed route using GPS. And it can still be driven by a driver. The switching between these modes can be done as easily as turning off a switch. As you can understand, it can be used for numerous purposes. It can be used to remotely inspect areas of interest. It can autonomously patrol and send a video stream back to the command center. It can be used to ensure safe extraction of casualties and to transport cargo. This is not limited of course. It comes with an Operator control unit. That is basically a computer and an xbox controller. Optionally, a wearable operator control unit is also available. The bottom line is - if you can play xbox you can operate this military transportation robot.



## **Armored Combat Engineer Robot**

ACER stands for Armored Combat Engineer Robot. It is made by Mesa robotics. This is a real heavy-weight robot - it weighs about 2 tons and can carry a payload of about 1 ton. On top of that, its arm can lift more than 400 kilograms. It is not limited to logistics of course. Although, it can be counted as one of military transportation robots, it can do other tasks as well - such as landmine disposal, route clearance and others. One of its main advantages is the ease of maintenance. Maintenance can be done using standard tools.



In conclusion, it should be noted that the above mentioned military transportation robots are being used by many countries at the moment. I hope new robotic devices will be fully developed and given to the military to improve the chances of a soldier to survive on the battlefield.

УДК 621.9.02.001.63

I. Bryukhanov, I. Kipnis

## **Metal cutting tools and tool holders**

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

It is known that no machining is possible without cutting tools. Coming in contact with the workpiece material a cutting tool performs the actual removal of the material by means of shear deformation. Cutting tools must be made of a material harder than the material to be cut, must withstand the heat generated in the metal-cutting process and must have a specific geometry. All the cutting tools are adapted to perform certain work in the most efficient manner, therefore there is a great variety of metal cutting tools:

- linear-travel tools travelling in straight-line motions, and rotary tools that feed into a workpiece while either the tool or workpiece is rotating;

- solid cutting tools and indexable cutting tools. Solid tools are made from a single piece of homogeneous material. They can be reshaped after use, but this is a precision process requiring accurate grinding machinery. One of the more recent developments in cutting tool design is the indexable insert. Indexable inserts are standard-sized wafers of hard tool material which are clamped into tool holders or cutter bodies. Inserts generally have more than one cutting edge; when a cutting edge is worn out, a new edge can be brought into use by rotating or «indexing» the insert. Inserts made of almost all tool materials are available. Indexable tooling offers advantages in both high and low production applications.

Cutting tools must be held in tool holders, that are the physical interface between tooling and the machine tool. They

come in a multiple of different machine mount styles from the older R8 style to newer HSK or VDI mounting.

The tool holder is the essential connection between the machining center and the cutting tool. The tool holder fits into and is secured by the machining center's spindle, and in turn secures the cutting tool such as a drill or end mill by clamping onto its shank. The taper of the tool holder matches the tool holder interface of the particular spindle. Tool holder tapers are often conical, including CAT and BT taper specifications. A different kind of taper, HSK, is not tapered at all, but instead includes a variety of flanges for securely locking the tool holder in place. Tool holders use different mechanisms for clamping the tool. A set screw can clamp onto a corresponding flat in the tool's shank. Or, a collet can be compressed around the tool by tightening a nut that also surrounds the tool. More unusual clamping mechanisms include hydraulic tool holders which compress a bladder of hydraulic fluid, as well as shrink fit tool holders which clamp and release the tool by heating and cooling the tool holder's metal to take advantage of thermal expansion and contraction. Other tool holder types use still other methods of clamping. Various clamping mechanisms aim to provide not just secure holding of the tool, but also tool concentricity to the centerline of the spindle that is accurate to a level of runout error appropriate to the tool and the machining process.

Tool holders have three main parts: the taper, the flange, and the collet pocket. Driven or "live" tooling is powered. Static tooling is not.

- The taper is the conically-shaped area of the tool holder that enters the spindle during tool changing.
- The flange is the part of the tool holder to which the automatic tool changer is attached when the tool holder is moved from the tool changer to the spindle.

- The collet pocket is the area into which the collet is inserted before being secured by various types of collet nuts.

Some tool holders shrink-fit around the machining tool or cutting tool and remain firmly in place. Others are optimized to the smallest size possible to allow for maximum clearances during machining.

Tool holder types.

Different tool holder types can be used in metal cutting:

- Machine arbors are motor-driven shafts that turn machining tools.

- Blank adapters can be customized for specific applications or machining tasks.

- Boring heads can hold a variety of cutting tools, but are used mainly with boring bars.

- Collet chucks use collets of various sizes to hold machining tools.

- End mill holders are designed to hold end mills during milling operations.

- Milling or drilling chucks are used to hold various cutting tools during milling or drilling applications.

- Outer diameter (OD) and inner diameter (ID) tool holders can hold a variety of cutting tools.

- Shell or face mill adaptors are designed to hold shell or face mills, tools used to cut surfaces.

- Side cutter holders are designed to hold side cutter tools.

- Saw blade holders are designed to hold saw blades.

- Tapping chucks are designed to hold tapping tools for threading operations.

Tool holders can be coolant-fed or have a coolant-through flange. Some are optimized to the smallest size possible to allow for maximum clearances during machining, tailored to optimize both machine performance and operational efficiency.



УДК 811.111:620.3

D. Degtyarenko, D. Naumenko, S. Ostreiko

## **What is Nanotechnology?**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Nanotechnology is science, engineering, and technology conducted at the nanoscale, which is about 1 to 100 nanometers.

Nanoscience and nanotechnology are the study and application of extremely small things and can be used across all the other science fields, such as chemistry, biology, physics, materials science, and engineering[1].

Today, in the young field of nanotechnology, scientists and engineers are taking control of atoms and molecules individually, manipulating them and putting them to use with an extraordinary degree of precision. Word of the promise of nanotechnology is spreading rapidly, and the air is thick with news of nanotech breakthroughs. Governments and businesses are investing billions of dollars in nanotechnology R&D, and political alliances and battle lines are starting to form. Public awareness of nanotech is clearly on the rise, too, partly because references to it are becoming more common in popular culture - with mentions in movies, books, video games, and television.

Yet, there remains a great deal of confusion about just what nanotechnology is, both among the ordinary people whose lives will be changed by the new science, and among the policymakers who wittingly or unwittingly will help steer its course. Much of the confusion comes from the name "nanotechnology," which is applied to two different things, that is, to two distinct but related fields of research, one with the potential to improve today's world, the other with the potential

to utterly remake or even destroy it. The meaning that nanotechnology holds for our future depends on which definition of the word "nanotechnology" pans out. The ideas and concepts behind nanoscience and nanotechnology started with a talk entitled "There's Plenty of Room at the Bottom" by physicist Richard Feynman at an American Physical Society meeting at the California Institute of Technology (CalTech) on December 29, 1959, long before the term nanotechnology was used. In his talk, Feynman described a process in which scientists would be able to manipulate and control individual atoms and molecules. Over a decade later, in his explorations of ultra precision machining, Professor Norio Taniguchi coined the term "nanotechnology". It wasn't until 1981, with the development of the scanning tunneling microscope that could "see" individual atoms that modern nanotechnology began.

It's hard to imagine just how small nanotechnology is. One nanometer is a billionth of a meter, or  $10^{-9}$  of a meter. Here are a few illustrative examples:

- There are 25,400,000 nanometers in an inch.
- A sheet of newspaper is about 100,000 nanometers thick.
- On a comparative scale, if a marble were a nanometer, then one meter would be the size of the Earth.

Nanoscience and nanotechnology involve the ability to see and to control individual atoms and molecules. Everything on Earth is made up of atoms — the food we eat, the clothes we wear, the buildings and houses we live in, and our own bodies.

However, something as small as an atom is impossible to see with the naked eye. In fact, it's impossible to see with the microscopes typically used in a high school science classes. The microscopes needed to see things at the nanoscale were invented relatively recently — about 30 years ago [2].

Once scientists had the right tools, such as the scanning tunneling microscope (STM) and the atomic force microscope (AFM), the age of nanotechnology was born.

Although modern nanoscience and nanotechnology are quite new, nanoscale materials were used for centuries. Alternate-sized gold and silver particles created colors in the stained glass windows of medieval churches hundreds of years ago. The artists back then just didn't know that the process they used to create these beautiful works of art actually led to changes in the composition of the materials they were working with [3].

Today's scientists and engineers are finding a wide variety of ways to deliberately make materials at the nanoscale to take advantage of their enhanced properties such as higher strength, lighter weight, increased control of light spectrum, and greater chemical reactivity than their larger-scale counterparts.

#### References:

1. Mode of access: [http://www.nanotechnology.com/Press\\_Kit/nanotechnology-history.htm](http://www.nanotechnology.com/Press_Kit/nanotechnology-history.htm). – Date of access: 23.04.2016.
2. Mode of access: <https://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology>. – Date of access: 22.04.2016.
3. Mode of access: <http://www.crnano.org/whatis.htm>. – Date of access: 22.04.2016.

УДК 811.111:614.84

V. Germanovich, V. Ivanov, O. Matusevich

## **Fire Suppression Systems**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Since ancient times fires have caused a great grief to people and have had a devastating impact on the environment resulting in irreparable damage to both nature and man-made items. At all times people searched for ways how to cope with fire - one of the most terrible of four elements.

The research goal of our project is to make comparative analysis and distinguish out of the current fire-fighting methods the agent that will be approved to protect electronic and electrical equipment and items of historical and cultural value. And what is more this agent must be safe for human health and the environment.

There are several extinguishing agents, such as water, foam, gas, powder and aerosol.

Water as an extinguishing agent is used for protecting shopping malls, storehouses, hotels. Its important function is not to let the fire spread across the damaged building before a fire brigade arrives.

The advantages of using water are low cost, availability and human safety.

As for disadvantages, the damage of water extinguishing systems often exceeds the damage caused by the fire itself because the water consumption in the system of water fire suppression is large and the system is running continuously regardless of the fire presence. Moreover, such water systems are impossible to be used in museums, archives, libraries and various institutions with electronic and electrical equipment.

Foam is used for extinguishing fire in aircraft hangars and institutions with technical equipment on the one hand and for coping with fire caused by oil and petroleum products on the other.

Foam has got only one advantage - the high efficiency of extinguishing fire is achieved by the film formation on the burning oil surface and by preventing oxygen access.

The main disadvantages of using foam are high cost and danger to human health, not to mention special cleaning is required afterwards.

Powder is used for protecting garages, car parks and warehouses.

Low cost is the only advantage of applying powder.

As for its disadvantages, it's dangerous for human health, large amount of powder is needed and the process of cleaning is rather complicated.

Aerosol extinguishing systems are mainly used for protecting vehicles engine compartments.

The unique advantage of employing aerosol is low cost.

The disadvantage is in the high corrosiveness of the aerosol particles and as a result - the damage of protected equipment. When the aerosol combustion occurs, the high temperature flow of aerosol particles is being formed (about 800° C) and it may lead to an additional fire.

Gas as an extinguishing agent is used for protecting areas with expensive electronic and electrical equipment, archives, museums, libraries, military equipment, ships and aircraft, air traffic control centers.

As for the advantages of using gas, it doesn't damage the protected values and it is possible to protect the voltage-carrying equipment.

Its disadvantage is high cost, not to mention the decomposition products of some gas agents that are dangerous to human health.

The Fire Extinguishing Agent Novec 1230 was created by 3M Company in the USA in 2002. It is stored as a liquid but is spread in a gaseous state.

Table 1. Main parameters of Novec 1230

Chemical formula	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$
Molecular mass	316
Boiling point	$49^\circ\text{C}$
Freezing point	$-105^\circ\text{C}$
Density	$1600\text{ kg/m}^3$
Vapor density	$13,6\text{ kg/m}^3$

The advantages of using Novec 1230 are the following:

1) Safety for human health and the environment.

According to laboratory and medical research Novec 1230 doesn't cause allergic reactions and its concentration in the air safe for human beings is only 10%. It means that the person who happened to be in the protected area is not affected while the gas is released.

2) Security for documents and museum values.

Unlike water Novec 1230 doesn't make paper wet and doesn't dissolve paint and ink. Moreover, the paper immersed in Novec 1230 dries quickly and doesn't warp.

3) Safety for electrical and electronic equipment.

Novec 1230 is an insulator. Its breakdown voltage in a liquid form is 48 kV. The breakdown voltage vapor of Novec 1230 in the saturation state and at normal conditions with the distance of 2.7 mm between the electrodes is 15.6 kV, which is approximately 2.3 times greater than dry nitrogen has got.

4) Fire Suppression.

The principle of Novec 1230 to extinguish fire is based on the removing heat out of the fire. It has got a very high heat capacity, which gives the lowest concentration required to extinguish any fire.

So, what kind of gas has got the ability to protect electrical and electronic equipment, items of historical and cultural value, and still be safe for people and the environment?

Table 2. Comparative analysis of different agents

Parameters \ Agent	Protection of electrical equipment	Protection of cultural values	Human safety	Environment Safety
Nitrogen N <sub>2</sub>	+	+	-	+
Argon Ar	+	+	-	+
Dioxide carbon CO <sub>2</sub>	+	-	-	+
Halon 125 CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	+	+	-	-
Halon 227 CF <sub>3</sub> CFHCF <sub>3</sub>	+	+	-	-
Novec 1230 CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> C(O)CF(CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+	+	+	+

The table shows that the only gas that satisfies all the conditions imposed is Novec 1230. Its attractiveness for museums and archives is absolutely obvious: it's safe, it doesn't hurt museum values and documents and has got no impact on the environment and human health. These factors have led to the fact that Novec 1230 was selected to protect some of the most valuable treasures of the world, such as the Library of Congress Home in the USA, Pushkin State Museum of Fine Arts in Moscow, the State Hermitage Museum in St. Petersburg. As for our country, the Republic of Belarus, it is used in the National Art Museum, archives of Nesvizh Castle, the depository of the Belarusian State Museum of the Great Patriotic War, the Belarusian State Circus, the Coca-Cola Plant in Minsk, the Palace of Independence, Minsk Hotels like "the Hilton", "the Plaza", "the Renaissance" and many others.

Nowadays we can recommend using Novec 1230 in the institutions edifice providing custody and preservation of cultural values, as well as buildings where expensive electrical and electronic equipment is installed.

УДК 620.91

V. Rachkevich, I. Nichiporkov, S. Ostreiko

## **Solar Roads**

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

The International Energy Agency projected in 2014 that under its "high renewables" scenario, by 2050, solar power would contribute about 27 percent, of the worldwide electricity consumption, and solar would be the world's largest source of electricity.

Advantages of Solar Energy.

1. Non-polluting: solar energy is an alternative for fossil fuels as it is non-polluting, clean, reliable and renewable source of energy.

2. Renewable source: solar energy is a renewable source of energy as it can be used to produce electricity as long as the sun exists.

3. Low maintenance: solar cells generally don't require much maintenance and run for a long time.

4. Easy installation: solar panels are easy to install and do not require any wires, cords or power sources.

5. Can be used in remote locations: solar energy can be of great boon in areas which have no access to power cables.

6. Solar cells make no noise at all and there are no moving parts in solar cells which makes them long lasting and require very little maintenance.

Disadvantages of Solar Energy.

1. The disadvantage of solar power is that it obviously cannot be created during the night.

2. Solar energy does not cause pollution. However, solar collectors and other associated equipment are manufactured in factories that in turn cause some pollution.



3. Large areas of land are required to capture the sun's energy [1].

Dutch project «SolaRoad».

Wouldn't it be nice if our roads act like solar panels?

In 2009, this question formed the beginning of a vision for the future: the large-scale generation of renewable energy with the sunlight that falls on road surface.

SolaRoad is a pioneering innovation in the field of energy harvesting. It is a unique concept, which converts sunlight on the road surface into electricity: the road network works as an inexhaustible source of green power.

Nov. 12, 2014, a solar panel bike path, was inaugurated in the Dutch by a good number of enthusiastic bicyclists.

SolaRoad is constructed of cheap, mass-produced solar panels that are protected with multiple layers of glass, silicon rubber and concrete before being covered with a coating that prevents slippage on the smooth upper surface. The current version can support vehicles of up to 12 tonnes (the average car is just under 2 tonnes).

This project is now being hailed as a success because the solar bike path is generating more renewable electricity than anticipated. It produced 3,000kWh of electricity in the space of just six months, or enough to power a single person's home for a year. That doesn't sound like much, but the length is only 70 meters. You'd get a lot more energy from longer, wider roads [2].

French project «Wattway».

In 2014, after 5 years of research, Colas and INES (French National Solar Energy Institute) filed a joint patent for a Solar Road technology based on crystalline silicon, called Wattway. Very thin yet very sturdy, skid-resistant and designed to last, Wattway panels can bear all types of traffic, including trucks. They are applied directly to the existing pavement. The first pilot test sites rolled out in 2015 confirmed that the concept was a valid one.

February 9, 2016 The French Minister of Ecology and Energy, Ségolène Royal, announced that the country planned to cover 1,000 kilometers (621 miles) of roads with solar panels. A 1-kilometer segment of the surface can generate enough power for a town of 5,000 people. This means the energy-generating road surfaces could provide power for as much as 8 percent of the French population, or about 5 million people [3].

Scientists and practitioners from pilot production of solar modules have no doubts that generation of electricity from the sun in the countries of comparable brightness with our republic is quite appropriate.

The potential efficiency of solar plants in our country only due to favorable conditions of insolation is 10% higher than in Poland, the Netherlands, and more than 17% - than in Germany, Belgium, Denmark, Ireland, Great Britain, not to mention of countries in the north. In short, the location of the republic, its latitude, altitude, and meteorological conditions are not limiting factors for the development of solar power.

The development of affordable, inexhaustible and clean solar energy technologies will have huge longer-term benefits. It will increase countries' energy security through reliance on an indigenous, inexhaustible and mostly import-independent resource, enhance sustainability, reduce pollution, lower the costs of mitigating climate change, and keep fossil fuel prices lower than otherwise.

References:

1. Mode of access: [http://www.conserve-energy-future.com/Disadvantages\\_SolarEnergy.php](http://www.conserve-energy-future.com/Disadvantages_SolarEnergy.php). – Date of access: 05.04.2016.
2. Mode of access: <http://cleantechnica.com/2015/05/29/dutch-solar-bike-path-pleases-many>. – Date of access: 05.04.2016.
3. Mode of access: [http://www.treehugger.com/solar-technology/france-pave-1000km-roads-solar-panels.html#14617401608651&action=collapse\\_widget&id=0&data](http://www.treehugger.com/solar-technology/france-pave-1000km-roads-solar-panels.html#14617401608651&action=collapse_widget&id=0&data). – Date of access: 05.04.2016.

УДК 621.767

Y. Pilipchuk, E. Khomenko

## **Thermal Spray Coating Process and its variants**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Thermal Spray Coating Technology is universal, it allows to apply coverings on different basic surfaces: metal, plastic, wooden, etc. These methods allow to put the following types of coverings: wear resistant, corrosion resistant, antifriction, heat resistant, thermobarrier, electric insulation, electrowire etc. These technologies can find the application in different industries, for example such as: mechanical engineering, medicine, aviation and space industry [1].

Thermal spray is a generic term for a group of processes that utilizes a heat source to melt material in powder, wire or rod form. The molten or semi-molten material is propelled toward a prepared surface by expanding process gases. The particles quench rapidly, upon impact with the surface, and bond with the part. Subsequent impacting particles create a coating buildup. Several variations of thermal spraying are distinguished: *Plasma-Arc Spray Coating*, *Electric-Arc Spray Coating*, *Flame Spray Coating*, *High Velocity Oxy-Fuel Coating (HVOF)* and *Cold Spray Coating* [2, 3].

### ***Plasma-Arc Spray Coating***

In plasma spray devices, an arc is formed in between two electrodes in a plasma forming gas, which usually consists of either argon/hydrogen or argon/helium. As the plasma gas is heated by the arc, it expands and it is accelerated through a shaped nozzle, creating velocities up to MACH 2. Temperatures in the arc zone approach 20,000°K. Temperatures in the plasma jet are still 10,000°K several centimeters from the exit of the nozzle. Depending on the gun

power rather high-powder flow rates can be deposited (up to 10 kg/h) [1, 4].

### ***Electric-Arc Spray Coating***

Electric-arc spray coating uses a simple, low power arc drawn between two electrically charged wires. Arc spray equipment resembles GMAW (MIG) welding equipment, in the power source and wire feeding units. Common arc spray units are capable of spraying iron and copper alloys at rates up to 18 Kg/hr. Electric-arc spray coating devices are thermally efficient and, because of this there is no flame or plasma, little heat is transferred to the part being coated [1, 4].

### ***Flame Spray Coating***

Flame spray is divided into three subcategories, based on the form of the feedstock material, either powder-, wire-, or rod-flame spray. Flame spray coating utilizes combustible gasses to create the energy necessary to melt the coating material. Combustion is essentially unconfined, in that there is no extension nozzle in which acceleration can occur. Common fuel gases include hydrogen, acetylene, propane, natural gas, etc. The lower temperatures and velocities associated with conventional flame spraying typically result in higher oxides, porosity, and inclusions in coatings. Rates of sputtering can reach 6 kg/h. [2 – 4].

### ***High Velocity Oxy-Fuel Coating (HVOF)***

High-velocity, oxy-fuel, (HVOF) devices are a subset of flame spray. There are two distinct differences between conventional flame spray and HVOF. HVOF utilizes confined combustion and an extended nozzle to heat and accelerate the powdered coating material. Typical HVOF devices operate at hypersonic gas velocities, i.e. greater than MACH 5. The extreme velocities provide kinetic energy which helps produce coatings that are very dense and very well adhered in the as-sprayed condition. Rates of sputtering can reach 9 kg/h. [3, 4].

### ***Cold Spray Coating***

Cold spray is technically not a true thermal spray process because it does not use thermal energy as the primary energy source to melt materials. Instead cold spray utilizes kinetic energy to project particles onto a prepared surface. The extreme velocities of the process cause plastic deformation of the particles on impact, which in turn creates very dense coatings. An analogy to how a cold spray coating is created is that the particles are essentially friction welded to each other during impact. Rates of sputtering can reach 3.5 kg/h [1, 2].

### ***Conclusion***

Forming of coverings by Thermal spray methods allows not only to strengthen parts, but also to recover already worn out parts. These methods are suitable for strongly worn out parts. Recovery of parts allows reducing the cost of replacement of parts. It allows to reduce idle time and to prolong life cycle of worn out parts. Among the provided methods the most productive is plasma method; however its application is limited to the admissible level of workpiece temperature.

### **References:**

1. Cartier, M. Handbook of surface treatments and coatings / M. Cartier. – New York. – ASME Press. – 2003.
2. Davis, J.R. Handbook of thermal spray technology / J.R. Davis. – ASM International Materials Park, OH. – 2004.
3. Fauchais, P.L.; Thermal Spray Fundamentals From Powder / P.L. Fauchais, J.V.R. Heberlein, M. Boulos. – Hardcover. – 2014.
4. Sulzer, M. An Introduction to Thermal Spray / M. Sulzer. – 2013.

УДК 811.111:621.311(476)

D. Pleshko, T. Akulich

## **The development of power engineering in Belarus on the example of Beryozovskaya Power Station**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Belarusian power engineering originates from 1920s, when small power stations used to produce electricity in order to illuminate streets. However, the purpose of my report is to describe the development of the whole power system of our country, so I have chosen Beryozovskaya power station as an example. Its construction began in a distant 1960, but today it is the third most powerful in Belarus [1].

Let's turn to the history of the object under consideration. By the mid-1950s, USSR top leadership in the energy sector had started to think about a new scheme of electric power production. Instead of a big number of small power stations, they planned to build energy giants able to provision the whole region with electric power. The Council of Ministers of the USSR made a decision to construct the power station on the February 9, 1956. The place for the construction was chosen in the southern part of BSSR (Belorussian Soviet Socialist Republic), because there was an urgent need for large amounts of electric power in this region, just like in the whole republic. This date may be considered as one of the most significant in the history of Belarusian power engineering, because it was then that our country – a midget dependent on other republics in terms of energy supply – turned into the energy giant.

Such a loud statement can be supported by crude facts: even after 50 years since its launching Beryozovskaya power station produces more energy than thermal power plants TPP-

1, TPP-2 and TPP-3 put together. It is exceeded only by Novolukomlskaya power station and TPP-4 [2].

As it has already been mentioned, the power station was designed to operate on peat, like all USSR power stations of those times. In order to provide a constant supply of raw material a railway was laid. It extended from the railway station of Beryoza up to one-kilometre long conveyor belt situated on the territory of the power station. Nowadays all that's left from the conveyor belt is a 25-metre high hill and rumour has it that the director of the power station pushes those who misbehaved and didn't work over the year down the hill in winter. What concerns the railway, it's still functioning and is used to transport chemicals and bulky parts to the power station.

The construction that started on the shore of the lake Belye can be called grandiose. Young communists from all over the Soviet Union gathered to help build the station. The settlement where builders and future workers lived was growing along with the power station. With time, it turned into the town of Beloozyorsk. Even today most of its population works on the power station and accompanying enterprises.

Nevertheless, Beryozovskaya power station wasn't meant to operate on peat. By the time the 1st power generating unit was installed and the installation of the 2nd one began, all the world's largest power stations had started to use fuel oil, which was much more profitable. So, the officials of the power station promptly decided to change the direction of their work to keep up with others. In the shortest possible time 5 fuel oil storage tanks were built and the amount of fuel oil in stock was enough for the station to generate power continuously for a month. Besides, power lines that were connected to Beryozovskaya power station were built across the republic to supply the country with electric power in case of breakdowns at other power stations.

So, on the December 29, 1961, the turbine №1 was launched, Beryozovskaya power station produced the first current, and Belarus entered a new energetic era.

The following 30 years were relatively peaceful and everyone seemed to have forgotten about Beryozovskaya power station. It produced power regardless of the political situation in the country and weather conditions outside.

In 1997, Beryozovskaya power station drew the attention of Polish Ministry of Energy. And after brief negotiations the works on constructing a 330-kilovolt substation (which are quite rare in Belarus even nowadays) began in December of the same year. What is more, a separate power line towards our neighbours and additional power lines towards Baranovichi, Brest and Ross were built. By January, 2001, the first Belarusian current had been transferred to Poland [3].

However, equipment can't work forever, it has its expected life. In 2001, right after the construction of a new line, Belarusian Ministry of Energy commanded to switch to another type of fuel – natural gas. And this meant the beginning of a new, fuel oil free epoch.

Nevertheless, time goes by and technical progress is inevitable. So, when the Chinese colleagues phoned the officials of Beryozovskaya power station and offered to build a modern power generating unit that would surpass any other power unit in Belarus, the director of the power station accepted the offer.

The Chinese delegation came to Beloozyorsk with the business offer in 2011. Of course, they were met with suspicion, as their project was amazing and alerting in the same time. I'd like to cite some figures: the capacity of the 3rd and the 4th power generating units was 160 megawatts, the capacity of the 5th one after reconstruction was 220 megawatts, the capacity of the 6th power unit was 180 megawatts. The Chinese project suggested that the capacity of a new 7th power



generating unit wouldn't be less than 480 megawatts, i.e. it would be able to replace 3 old power units. The secret was to use unique combined-cycle gas turbine units [4].

The project was approved and the construction began. As I have already said, there weren't any power generating units like this in Belarus at the time. In 2013 the 7th power unit was connected to the common system and generated current for the first time. The modernization of the 5th power generating unit had been completed by that time, and the rated capacity of the power station was already 1,200 megawatts, which is a tremendous result for such an old power station.

To sum it all up, Belarusian power engineering walked a long and thorny path, and so did (and still does) Beryozovskaya power station. It all started with power stations operating on peat and wood. Then the period of fuel oil began, which was followed by natural gas usage. Finally, after the period of natural gas the era of modern combined-cycle gas turbine units commenced. It seems to me that they will be in the lead in terms of quality and quantity of the electric power produced for a long period of time [5].

#### References:

1. Koren, G. K. Beryozovskaya power station / G, Kogen. – Brest : BT, 2006.
2. Fedorako, N. N. Beryozovskaya power station / N. N. Fedorako. – Brest : BT, 2000.
3. Lusinovskaia, T. P. Beryozovskaya power station / T. P. Lusinovskaia. – Lvov : Infoenergo, 1969.
4. Barishpoletc, A. N. Beryozovskaya power station. Name of the fiftieth anniversary BSSR / A. N. Barishpoletc. – M.: Vneshtorgizdat, 1991.
5. Poiarkov, K. M. Power stations, substations, lines / K. M. Poiarkov. – M.: Vneshtorgizdat, 1983.

УДК 621.444.4

D. Alehnovich, A. Polivenok, S. Ostreiko

## Hydrogen cars

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Hydrogen cars are basically electric cars. They have electric motors that drive the wheels just like an electric car but the difference lies in the battery. Whereas an electric car stores its electricity in a conventional battery (usually lithium ion or nickel metal hydride), hydrogen cars store their electricity in the form of hydrogen and convert it back to electricity in what is known as a fuel cell. A hydrogen fuel cell creates a chemical reaction with the hydrogen that generates electricity, water and heat [1].

Hydrogen fuel cell cars have no exhaust emissions so they are great for the kind of local pollutants that contribute to poor air quality in cities around the world. Nitrogen oxide, particulates, soot, black carbon, all the nasty stuff churned from the exhausts of petrol and diesel cars that people would rather keep out of their lungs is completely absent from fuel cell vehicles. You just get a dribble of clean water (that you could drink, if you were absolutely desperate). Hydrogen fuel cell cars are the best low emissions green cars. The hydrogen to power these cars has to come from somewhere and to produce it in the quantities needed to run significant numbers of cars you would need a lot of electricity. As with pure electric cars, if that electricity is generated from zero-emissions sources like solar, tidal or wind, a hydrogen fuel cell car can be truly zero emissions in its use phase.

Hydrogen is actually a very safe fuel. If it leaks it rises into the atmosphere so quickly that combustion is very unlikely and the tanks used in cars have been extensively safety tested.

Hydrogen fuel cell vehicles combine the range and refueling of conventional cars with the recreational and environmental benefits of driving on electricity. Refueling a fuel cell vehicle is comparable to refueling a conventional car or truck; pressurized hydrogen is sold at hydrogen refueling stations, taking less than 10 minutes to fill current models. Some leases may cover the cost of refueling entirely. Once filled, the driving ranges of a fuel cell vehicle vary, but are similar to the ranges of gasoline or diesel-only vehicles (200-300 miles). Compared with battery-electric vehicles, which recharge their batteries by plugging in, the combination of fast centralized refueling and longer driving ranges make fuel cells particularly appropriate for larger vehicles with long-distance requirements, or for drivers who lack plug-in access at home. Like other EVs, fuel cell cars and trucks can employ idle-off, which shuts down the fuel cell at stop signs or in traffic. In certain driving modes, regenerative braking is used to capture lost energy and charge the battery.

The idea of driving a hydrogen fuel cell car in the UK is quite compelling; the reality is a little more problematic. The key issue in the 'against' column is a complete absence of the kind of hydrogen refueling infrastructure that would be needed for people to use hydrogen cars effectively in this country. There are currently 11 hydrogen refueling stations in the UK and 4 are available to the public so unless you happen to be close to one, shelling out over £65k on a Toyota Mirai would be a very bold move.

If we ignore the chronic shortage of opportunities to fill them up with hydrogen in the UK, the fuel cell car does make a lot of sense. The hydrogen tank puts an end to long waits while the battery recharges and can give a range of up to 300 miles.

Hydrogen cars do make more sense in countries with a more advanced hydrogen infrastructure than the UK's and two models have gone on sale to the public, Hyundai's ix35 FCEV and the Toyota Mirai [2].

There are also a number of other companies working on hydrogen vehicle technology and we're likely to see the fruits of this labour emerging onto the market soon. We've been treated to prototypes including the Honda FCV, the Mercedes-Benz B-Class F-Cell, the BMW 5 Series GT FCEV, Nissan's TeRRA FCV and the VW Passat Hymotion.

It is most likely that in the future hydrogen cars will become a reliable means of transport as these cars don't pollute environment at all and are much more advantageous than common vehicles with internal combustion engines. Processing hydrogen emits only 0.42 mg of residual harmful substances, while the combustion of any other fuel emits minimum 2 mg, so hydrogen can be unambiguously considered an ideal alternative fuel [3].

#### References:

1. Car News Auto Express [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autoexpress.co.uk/car-news/93180/hydrogen-cars-can-you-really-live-with-a-fuel-cell-car>. – Дата доступа: 22.04.2016.
2. Vehicles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ssl.toyota.com/mirai/fallback.html>. – Дата доступа: 23.04.2016.
3. Innovation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.toyota-global.com/innovation/environmental\\_technology/fuelcell\\_vehicle/](http://www.toyota-global.com/innovation/environmental_technology/fuelcell_vehicle/). – Дата доступа: 23.04.2016.

УДК 811.111: 530.12

I. Prikhach, S. Lichevskaya

## **Time Travel**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

From ancient times to nowadays people have always been fascinated by time travel. The concept of it had been widely used in great amount of different mass culture products.

The time machine as a device which could transfer a person to any point of time is not possible anywhere except fiction. It is so because the physics of the backward and the forward time travel is pretty different.

There are two main methods of the forward time travel – biological and physical.

According to the biological method there is no big difference between time travel and the ordinary way of traveling through time simply by living per se.

The basic concept of this method is mainly based on stopping human metabolism with the further resurrection somewhen in future [1]. One of the most popular way to make it happen is cryopreservation. It is a process where cells, whole tissues, or any other substances susceptible to damage caused by chemical reactivity or time are preserved by cooling to sub-zero temperatures.

Right now there still is no method to save tissues and organs completely without damaging them while using the technique of cryopreservation. The success in such a process is also decelerating because the experiments on people who are still alive are banned. Nowadays cryopreservation is used not so widely in medicine, agriculture and scientific experiment.

The physical method of forward time travel is based on theory of relativity created by Albert Einstein.

According to the theory of relativity there are two ways of the forward time travel.

The first one has a great deal in common with cryopreservation. It is not about “jumping” between different points of time. Here the traveler does not notice the passage of time. If the traveler appears to be in the ultra-high gravity field, – near the event horizon of a black hole, for example, – the time for him begins to slow down and appears to be slower than for anyone outside of the event horizon.

The second method is based on travelling with the speed close to the light’s one. According to relativistic physics the space and the time are interconnected and inversely proportional. So when the speed of a body is comparable to the speed of light, the time slows down in a moving reference system [2].

The theory of relativity and the fact of slowing down of time were confirmed by numerous experiments on the prolonging life of elementary particles and the deceleration of the macroscopic clock’s progress during the movement of those particles [3].

The backward time travel is much more difficult. There are few ways, but there are more assumptions than any kind of reality.

If we take for a basis the Alexander Friedman’s theory of the expanding Universe [2], the fact that the space and the time are interconnected would be considered helpful.

In theory if we find the point where the expansion of the Universe is happening (that means the space is increasing and the time is slowing down), then if we walk down along this “corridor” to the point where the expansion has begun, we are to have an opportunity to see how that expansion had begun in the first place.

Although such theory is pretty absurd, if the traveler decides to travel back this way, he will be held a great distance and possibly will age for decades just to travel back for a couple of seconds.

General theory of relativity admits the hypothesis of the existence of the wormholes [3]. Wormholes are a hypothetical topological feature of space that could be a shortcut between two separate points in space-time. In theory a wormhole might be able to connect extremely far distances, for example billions of the light years or even more, or short distances such as a couple of meters, different points of time and even different Universes.

Albert Einstein thought that the wormhole would shut down faster than the traveler could get out of it. But if some exotic matter which is a matter with negative energy density would hold the wormhole open, everything could become possible [4].

These were only theories but if we imagine that our traveler succeeded and somehow got in a different point of time we are going to face brand new pack of problems.

On the one hand there is the violation of causality. On the other hand we get all kinds of paradoxes.

But the main argument against the time travel is based on a well-known fact – the all of us are made of atoms. Those simple words contain pretty much everything, living and non-living, from human beings, animals, rocks, lakes to stars and black holes.

It is not only that we are made of atoms, it is also a fact that they are in constant so called “recirculation” [1]. The point is the Universe itself was created with the certain amount of atoms which are not reproducing anymore. What we see now is not the same from what somebody used to see in the past or going to see in future. Every single atom has already been in usage.

That statement leads us to a certain problem. Either forward or backward time travel creates two versions of the time traveler which means an extra set of his body atoms. That could under no circumstances be a good scenario. The best outcome is the atoms start the quick movement to their future or past versions and the time traveler is simply going to cease existing.

The second question comes from the astronomy basics [2]. Our Earth is moving around the Sun with the speed close to thirty kilometers per second. Our Sun is moving around the center of the Milky Way with the speed close to two hundred twenty kilometers per second. Our galaxy is moving away from the point of the Big Bang with the speed around five hundred fifty kilometers per second. The majority of the Universe is not even suitable for living.

According to that the problem of time travel turns into the problem of space and time travel, the traveler is unlikely to survive if one isn't capable of properly calculating the whereabouts of the Earth in any needed second of his destination. So it seems there is no time machine for us.

#### Referances:

1. Bryson, B. A Short History of Nearly Everything / B. Bryson // UK: Black Swan. – 2003.
2. Hawking, S. A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes / S. Hawking // Bantam Dell Publishing Group. – 1988.
3. Hawking, S., Mlodinow, L / S. Hawking, L. Mlodinow // A Briefer History of Time / Bantam Books. – 2005.
4. Michio, K. Physics of the Impossible / K. Michio // New York: Doubleday. – 2008.



УДК 811.111:339.92

A. Ashuhina, A. Saiko, O. Molchan

## **Multinational Corporations**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Multinational corporations have existed since the beginning of overseas trade. They have remained a part of the business scene throughout history, entering their modern form in the 17th and 18th centuries with the creation of large, European-based monopolistic concerns such as the British East India Company during the age of colonization. Multinational concerns were viewed at that time as agents of civilization and played a pivotal role in the commercial and industrial development of Asia, South America, and Africa. By the end of the 19th century, advances in communications had more closely linked world markets, and multinational corporations retained their favorable image as instruments of improved global relations through commercial ties. In more recent times, multinational corporations have grown in power and visibility, but have come to be viewed more ambivalently by both governments and consumers worldwide. Indeed, multinationals today are viewed with increased suspicion given their perceived lack of concern for the economic well-being of particular geographic regions and the public impression that multinationals are gaining power in relation to national government agencies, international trade federations and organizations, and local, national, and international labor organizations.

As the name implies, a multinational corporation is a business concern with operations in more than one country. These operations outside the company's home country may be

linked to the parent by merger, operated as subsidiaries, or have considerable autonomy. Multinational corporations are sometimes perceived as large, utilitarian enterprises with little or no regard for the social and economic well-being of the countries in which they operate, but the reality of their situation is more complicated.

There are over 40,000 multinational corporations currently operating in the global economy, in addition to approximately 250,000 overseas affiliates running cross-continental businesses.

The World Trade Organization (WTO), the International Monetary Fund (IMF), and the World Bank are the three institutions that underwrite the basic rules and regulations of economic, monetary, and trade relations between countries. Many developing nations have loosened trade rules under pressure from the IMF and the World Bank. The domestic financial markets in these countries have not been developed and do not have appropriate laws in place to enable domestic financial institutions to stand up to foreign competition.

Multinational corporations often access new markets by creating joint ventures with firms already operating in these markets. This has particularly been the case in countries formerly or presently under communist rule, including those of the former Soviet Union, eastern Europe, and the People's Republic of China.

Multinational corporations are thus able to penetrate new markets in a variety of ways, which allow existing concerns in the market to be accessed a varying degree of autonomy and control over operations.

While no one doubts the economic success and pervasiveness of multinational corporations, their motives and actions have been called into question by social welfare, environmental protection, and labor organizations and government agencies worldwide.

Finally, government agencies fear the growing power of multinationals, which once again can use the threat of removing their operations from a country to secure favorable regulation and legislation.

Current trends in the international marketplace favor the continued development of multinational corporations. Countries worldwide are privatizing government-run industries, and the development of regional trading partnerships such as the North American Free Trade Agreement (a 1993 agreement between Canada, Mexico, and United States) and the European Union have the overall effect of removing barriers to international trade. Privatization efforts result in the availability of existing infrastructure for use by multinationals seeking to enter a new market, while removal of international trade barriers is obviously a boon to multinational operations.

Perhaps the greatest potential threat posed by multinational corporations would be their continued success in a still underdeveloped world market. As the productive capacity of multinationals increases, the buying power of people in much of the world remains relatively unchanged, which could lead to the production of a worldwide glut of goods and services. Such a glut, which has occurred periodically throughout the history of industrialized economies, can in turn lead to wage and price deflation, contraction of corporate activities, and a rapid slowdown in all phases of economic life. Such a possibility is purely hypothetical, however, and for the foreseeable future the operations of multinational corporations worldwide are likely to continue to expand.

УДК 811.111:791

I. Chernetsov, L. Oren, O. Lapko  
**History of cinematography**

Belarusian National Technical University,  
Minsk, Belarus

Cinematography is the art and technology of motion-picture photography. It involves such techniques as the general composition of a scene; the lighting of the set or location; the choice of cameras, lenses, filters, and film stock; and the integration of any special effects. All these concerns may involve a sizable crew on a feature film, headed by a person variously known as the cinematographer, first cameraman, lighting cameraman, or director of photography, whose responsibility is to achieve the photographic images and effects desired by the director [1].

History of cinematography begins in the end of 19<sup>th</sup> century. Some facts of cinematography are obvious for our minds but for pioneers of cinematography they weren't. There were a lot of attempts of creation objects in motion.

The original inventors of cinematography were Lumiere brothers. The first public demonstration was performed in Paris in March 1895. But the real birthday is considered to be in 28th December 1895, when the first commercial presentation took place in the Grand Cafe on the Boulevard of Capucines.

Several very short films were demonstrated during the sessions of brothers Lumiere's movies. First of them was "Workers Leaving the Lumière Factory". But the most popular of them was "Arrival of a Train". Movement of train on the screen was realistic that's why viewers were excited. There was no cinema after the invention of Lumieres yet. The pioneers who created the system of recording and image

playback, did not foresee all the possibilities of using cinema. Lumieres believed that the main function of their invention is recording and storing the newsreel for posterity. Others saw just funny entertainment in the demonstration of moving pictures. However, cinema was quickly gaining popularity [2].

Soon, George Melies, the head of Paris theater, was interested in cinematography. He was the first one who estimated the possibility of cinematography when he saw it and who started making movies by the scenario, using a lot of specific tricks and effects. In the end he made cinematography as kind of art. One of the most popular movies of Melies is "The trip to the Moon" (1902) [3].

In 1910 almost 70% of films were created in France. However other countries such as USA, Great Britain and Germany also contributed to the development of world cinematography. At the beginning of century usual duration of the movies was 15 minutes. In 1910 a lot of movies with duration about an hour appeared. In 1915 an American citizen Griffith made a film called "The Birth of Nation".

Until 1927 almost all the films were "dumb", they contained only a picture with no sound. The first company which decided to experiment was the American company "Warner Brothers". The first film where a character talks on the screen "the Jazz Singer" was released in 1927.

The arrival of sound to the movies reduced the role of the techniques of artistic expression which was primarily designed just to compensate for the lack of sound. Sound was pushing for a more realistic, having a clear narrative plot and less conditioned cinema. Some well-known directors and actors (including Charlie Chaplin) opposed to talkie or wanted the sound films not to interfere with their visual experiments, but the sound quickly earned a place in the film, and throughout the 30's almost all the films have become sound.

The introduction of color in the cinema was slower than introduction of sound. Technical possibility of creation color film appeared in the 30s, and one of the first color films, earned huge popularity. Before 1932, when three-strip Technicolor was introduced, commercialized subtractive processes used only two color components and could reproduce only a limited range of color [3].

“Gone with the wind” which was made in USA in 1939 was one of the most popular first color movies.

In the late 1980s, Sony began marketing the concept of "electronic cinematography," using its professional video cameras. The effort met with very little success. In 1998, with the introduction of HDCAM recorders and digital professional video cameras with huge resolution based on CCD technology, the idea, began to gain traction in the market [4].

In May 1999 George Lucas challenged the supremacy of the movie-making medium of film for the first time by including footage filmed with high-definition digital cameras in Star Wars: Episode I – The Phantom Menace.

One of the most advanced films in terms of total computer graphics use was the film "The Matrix", and computer effects provided the film with a huge success. Computer graphics set new standards of realism and entertainment movies.

#### References

1. Mode of access: <http://www.filmsite.org/>. – Date of access: 20.02.2016.
2. Mode of access: <https://en.wikipedia.org>. – Date of access: 10.02.2016.
3. Mode of access: <http://www.k1no.ru/istoriya-kino.htm>. – Date of access: 05.02.2016.
4. Mode of access: [http://kino-old.narod.ru/pages/istor\\_kino/istor\\_kino.html](http://kino-old.narod.ru/pages/istor_kino/istor_kino.html). – Date of access: 10.02.2016.

УДК 811. 111: 669. 71 (09)

P. Grigoryev, A. Mileiko

## **Aluminium History**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Aluminium was one of the newest metals to be discovered by humans. Aluminium does not occur naturally in its purest form so it was not discovered until the 19th century with developments in chemistry and the advent of electricity. Aluminium has gone on an incredibly interesting journey from a precious metal to the material used virtually in every sphere of human life in just one and a half centuries.

Aluminium is a chemical element (Al), a lightweight, silvery-white metal of main Group IIIa, of the Periodic table. Aluminium is the most abundant metallic element in the Earth's crust and the most widely used nonferrous metal [1].

Alum, an aluminium-based salt, was used extensively in ancient times. Commander Archelaus discovered that wood was practically flame resistant if it was treated using an alum solution; protecting his wooden fortifications against flamed attack. Alum was used throughout Europe from the XVI century onwards: in the leather industry as a tanning agent, in the paper-pulp industry for paper sizing and in medicine, i.e. dermatology, cosmetology, stomatology and ophthalmology.

Aluminium was named after alum, which is called 'alumen' in Latin. This name was given by Humphry Davy, an English chemist, who, in 1808, discovered that aluminium could be produced by electrolytic reduction from alumina (aluminium oxide), but did not manage to prove the theory in practice.

Hans Christian Oersted from Denmark was successful in 1825; however he apparently produced an aluminium alloy with the elements used in the experiments, rather than pure aluminium. The produced metal resembled silver, it was light and expensive, hence at that time aluminium was considered an elite material intended for ornaments and luxury items. The first aluminium products are considered to be medals made during Napoleon III's reign. Napoleon supported the development of aluminium production. However, even then it was understood that the future of aluminium was not just to be associated with jewellery: aluminium's development changed with the discovery of a more cost-efficient electrolytic production method in 1886. It was developed by Paul Héroult, a French engineer, and Charles Hall, an American student, independently and at the same time. The process demonstrated excellent results, but required an enormous amount of electric power. Héroult avoided this problem by harnessing the power of the Rhenish Falls in Neuhausen (Switzerland) where the force of the falling water bought the smelters dynamos into operation [2].

Karl Joseph Bayer, an Austrian chemist, invented a cheap and feasible alumina (aluminium oxide) production method in 1889. Going forward, Alumina became the basic raw material for aluminium production.

Aluminium production processes used today are based on the Bayer and Hall-Héroult processes.

The aluminium industry was created over several decades. The story of the 'clay silver' came to an end and aluminium became a new industrial metal.

Aluminium began to be used in various ways at the turn of the XIX and XX centuries which created an incentive for development in a new range of industries.

Alfred Nobel ordered the creation of Le Migron, the first passenger boat to use an aluminium hull, in Switzerland, 1891.



Three years later the Scottish shipbuilding yard Yarrow & Co created a 58 metre torpedo boat made of aluminium named Sokol. Sokol was made for the Russian Empire's Navy and accelerated to a speed of 32 knots, a record speed for the time.

In 1894 in New Haven, New York, Hartford Railroad, the American rail company then owned by banker John Pierpont Morgan (J.P. Morgan), started to produce special lightweight passenger railroad cars with aluminium seats. Just 5 years later, Karl Benz presented the first sports car with an aluminium body at an exhibition in Berlin.

Still, aluminium used for aviation was the real revolution, which is where the name 'winged metal' was born. Inventors and aviators around the world work towards the development of controlled aerial vehicles during this period.

Duralumin, a key aluminium alloy, was invented in 1909. It took seven years for Alfred Wilm, a German scientist, to create it, but it was worth the years of effort. Duralumin, with addition of copper, magnesium and manganese was as lightweight, as aluminium, but significantly exceeded it in strength, hardness and elasticity meaning it quickly became the main material used in aviation.

Meanwhile, aluminium gained uses elsewhere. Aluminium began to be used for the mass production of houseware that quickly and almost completely replaced copper and cast iron utensils. Aluminium frying pans and saucepans are light, warm and cool quickly and do not rust.

Another critical moment for the aluminium industry began in 1920, when a group of scientists under the leadership of Soderberg from Norway invented a new aluminium production process that made the Hall- Héroult method much cheaper. Previously, pre-baked coal blocks were used as anode cells during reduction; they were consumed quickly and so the use of new ones was required constantly. Soderberg solved this problem with the help of a continuous electrode. It is formed in

a special reduction chamber from a coke and tar paste and added to the upper hole of the electrolyte cell when required.

Aluminium was widely used in the aviation, shipbuilding and automotive industries during that time and started its progress in civil engineering. The Empire State Building, which was the highest building worldwide until 1970, was built in 1931. It was the first building where aluminium was widely employed in construction, both in the basic structures and in the interior [2].

The human race took a leap into space in the middle of the XX century. The use of aluminium was critical and therefore triggered the aerospace industry to become one of the key spheres. In 1957, the USSR launched the first artificial satellite into orbit. The satellite's hull consisted of two separate aluminium semi-spheres joined together. All subsequent space vehicles were produced using aluminium.

The aluminium can, an iconic product that became one of the largest aluminium commodities, the symbol of environmental friendliness and a focal point in the field of art and design, emerged in the USA in 1958. The can's invention was shared between Kaiser Aluminium and Coors. Coors was not only the first company to sell beer in aluminium cans but also organised the collection of empty cans using a recycling system. Coca-Cola and Pepsi started to sell their drinks in aluminium cans in 1967.

References:

1. Mode of access:

[http://www.aluminiumleader.com/history/industry\\_history/](http://www.aluminiumleader.com/history/industry_history/). –  
Date of access: 03.03.2016.

2. Galevsky G., Makarycheva E. English for Students of Metallurgy / G. Galevsky, E. Makarycheva. – Moscow. – 2004. – P. 59.

УДК 811. 111: 621. 74

O. Rusevich, A. Mileiko

## **Casting and Foundry Definitions**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

The last hundred years has seen marked improvements and innovations in the ancient art of casting [1]. Casting: Manufacturing process where molten metal is poured into a mold and allowed to cool and solidify. Casting is a versatile process that offers exceptional freedom in forming intricate components. It is also conducive to high-volume production runs, where material quantities can be efficiently controlled to minimize waste and reduce cost. The casting process is also called foundry. Casting can refer to the solid product of the casting process.

Foundry: Facility that produces metal castings and offers related services such as mold-making, melting, pouring, degating, heat treating, surface cleaning and other finishing operations.

Centrifugal casting: Casting method that involves rotating a permanent mold at high speed to force molten metal against inside walls. It allows castings to be formed at almost any length at different thicknesses – without the use of a core. Finished products are free from parting lines and gates and risers. Centrifugal casting is often used to make stock pipes and tubes for further machining.

Die casting: Casting method that involves injecting molten metal under pressure into a mold, or die. Two dies are cast and machined, then pressed together to form the mold cavity. Once injected metal has cooled, dies are separated and

the casting ejected. Die casting can achieve high dimensional accuracy, great detail and smooth cast surfaces that require minimal additional machining. Dies are expensive to produce, making them more suitable for high-volume runs. Ferrous metals are rarely used as an injection material.

Investment casting: Casting method used typically for intricate products requiring a high degree of accuracy with minimal machining. It can be used to create products with smooth surfaces and no parting lines. Due to higher setup costs, it is often more suitable for high-volume production. Investment casting typically involves using an injection mold to form wax patterns in the shape of the final product; coating wax patterns in ceramic to form disposable molds; heating ceramic molds to melt and drain wax; pouring molten metal into ceramic molds; removing ceramic molds to reveal the final casting; removing any gates, risers or other excess metal from the finished product. Investment casting is also referred to as *lost-wax casting*.

Sand casting: Casting method characterized by the use of sand as a mold material. Sand is typically mixed with a bonding agent such as clay and moistened with water or other liquid to create suitable mold strength and plasticity. (Sand prepared in this way is also known as *green sand*.) Sand is compacted into a mold box, or flask, around a model, or pattern, in the shape of the final desired product. Once molten metal has been poured and cooled, sand is removed to reveal the final casting. Finished surfaces are not as smooth as with other methods, and additional machining, including the removal of gates and risers, is typically required. Sand casting is one of the most common methods used by foundries and can be used for both short- and long-run productions.

The final step in the process of casting usually involves grinding, sanding, or machining the component in order to

achieve the desired dimensional accuracies, physical shape and surface finish.

Removing the remaining gate material, called a gate stub, is usually done using a grinder or sanding. These processes are used because their material removal rates are slow enough to control the amount of material. These steps are done prior to any final machining [2].

After grinding, any surfaces that require tight dimensional control are machined. Many castings are machined in CNC milling centers. The reason for this is that these processes have better dimensional capability and repeatability than many casting processes. However, it is not uncommon today for many components to be used without machining.

A few foundries provide other services before shipping components to their customers. Painting components to prevent corrosion and improve visual appeal is common. Some foundries will assemble their castings into complete machines or sub-assemblies. Other foundries weld multiple castings or wrought metals together to form a finished product.

#### References:

1. Алёхина М.С. Английский язык для металлургов / М.С. Алехина. – Москва. – 2001. – 173 с.
2. Mode of access: <http://www.reliance-foundry.com/castings/glossary-casting>. – Date of access: 15.04.2016.

УДК 811.111: 629. 331 (1-87)

R. Elenevich, A. Mileiko

## History of AUDI

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Originally in 1885, automobile company Wanderer was established, later becoming a branch of Audi AG. Franz Fikentscher suggested the word "Audi", which translated from Latin means "listen" a new name for the company.

The first Audi automobile, the Audi Type A 10/22 hp (16 kW) Sport-Phaeton, was produced in 1915, followed by the successor Type B 10/28PS [1].

Audi started with a 2,612 cc inline-four engine model Type A, followed by a 3,564 cc model, as well as 4,680 cc and 5,720 cc models. These cars were successful even in sporting events. The first six-cylinder model Type M, 4,655 cc appeared in 1924. August Horch left the Audiwerke in 1920 for a high position at the ministry of transport, but he was still involved with Audi as a member of the board of trustees. In September 1921, Audi became the first German car manufacturer to present a production car, the Audi Type K, with left-handed drive. Left-hand drive spread and established dominance during the 1920s because it provided a better view of oncoming traffic, making overtaking safer. In August 1928, Jørgen Rasmussen, the owner of Dampf-Kraft-Wagen (DKW), acquired the majority of shares in Audiwerke AG. In the same year, Rasmussen bought the remains of the U.S. automobile manufacturer Rickenbacker, including the manufacturing equipment for eight-cylinder engines. These engines were used in Audi Zwickau and Audi Dresden models that were launched

in 1929. At the same time, six-cylinder and four-cylinder models were manufactured. Audi cars of that era were luxurious cars equipped with special bodywork.

Before World War II, Auto Union used the four interlinked rings that make up the Audi badge today, representing these four brands. This badge was used, however, only on Auto Union racing cars in that period while the member companies used their own names and emblems. The technological development became more and more concentrated and some Audi models were propelled by Horch or Wanderer built engines. Like most German manufacturing, at the onset of World War II the Auto Union plants were retooled for military production, and were a target for allied bombing during the war which left them damaged [2].

Overrun by the Soviet Army in 1945, on the orders of the Soviet Union military administration the factories were dismantled as part of war reparations. Following this, the company's entire assets were expropriated without compensation. With no prospect of continuing production in Soviet controlled East Germany, Auto Union executives began the process of relocating what was left of the company to West Germany. A site was chosen in Ingolstadt, Bavaria to start a spare parts operation in late 1945, which would eventually serve as the headquarters of the reformed Auto Union in 1949. A new West German headquartered Auto Union was launched in Ingolstadt, Bavaria with loans from the Bavarian state government and Marshall Plan aid. The reformed company was launched 3 September 1949 and continued DKW's tradition of producing front-wheel drive vehicles with two-stroke engines. In 1964, Volkswagen acquired a 50% holding in the business, which included the new factory in Ingolstadt, the DKW and Audi brands along with the rights to the new engine design which had been funded by Daimler-Benz, who in return retained the dormant Horch trademark and the Düsseldorf

factory which became a Mercedes-Benz van assembly plant. Eighteen months later, Volkswagen bought complete control of Ingolstadt, and by 1966 were using the spare capacity of the Ingolstadt plant to assemble an additional 60,000 Volkswagen Beetles per year. Two-stroke engines became less popular during the 1960s as customers were more attracted to the smoother four-stroke engines. In September 1965, the DKW F102 was fitted with a four-stroke engine and a facelift for the car's front and rear. Volkswagen dumped the DKW brand because of its associations with two-stroke technology, and having classified the model internally as the F103, sold it simply as the "Audi." Later developments of the model were named after their horsepower ratings and sold as the Audi 60, 75, 80, and Super 90, selling until 1972. Initially, Volkswagen was hostile to the idea of Auto Union as a standalone entity producing its own models having acquired the company merely to boost its own production capacity through the Ingolstadt assembly plant. Then VW chief Heinz Nordhoff explicitly forbade Auto Union from any further product development. Fearing that the company's heritage would disappear underneath VW badge engineering, Auto Union engineers under the leadership of Ludwig Kraus developed the first Audi 100 in secret, without Nordhoff's knowledge. When presented with a finished prototype, Nordhoff was so impressed he authorised the car for production, which when launched in 1968, went on to be a huge success. With this, the resurrection of the Audi brand was now complete, this being followed by the first generation Audi 80 in 1972, which would in turn provide a template for VW's new front-wheel-drive water-cooled range which debuted from the mid-1970s onward. In 1980 the idea of engineer Jörg Bensinger was accepted to develop the four-wheel drive technology in Volkswagen's Iltis military vehicle for an Audi performance car and rally racing car. The performance car, introduced in 1980, was named the



"Audi Quattro", a turbocharged coupé which was also the first German large-scale production vehicle to feature permanent all-wheel drive through a centre differential. In the mid-to-late 1990s, Audi introduced new technologies including the use of aluminum construction. Produced from 1999 to 2005, the Audi A2 was a futuristic super mini, born from the A2 concept, with many features that helped regain consumer confidence, like the aluminium space frame, which was a first in production car design. In the A2 Audi further expanded their TDI technology through the use of frugal three-cylinder engines. The A2 was extremely aerodynamic and was designed around a wind tunnel. The engines available throughout the range were now a 1.4 L, 1.6 L and 1.8 L four-cylinder, 1.8 L four-cylinder turbo, 2.6 L and 2.8 L V6, 2.2 L turbo-charged five-cylinder and the 4.2 L V8 engine. The V6s were replaced by new 2.4 L and 2.8 L 30V V6s in 1998, with marked improvement in power, torque and smoothness. Further engines were added along the way, including a 3.7 L V8 and 6.0 L W12 engine for the A8. Audi manufactures vehicles in seven plants around the world, some of which are shared with other VW Group marques although many sub-assemblies such as engines and transmissions are manufactured within other Volkswagen Group plants. Today, Audi is one of the most successful automotive companies.

#### References:

1. Mode of access: <https://en.wikipedia.org/wiki/Audi>. – Date of access: 10.04.2016.
2. Mode of access: <http://www.audi.com>. – Date of access: 10.04.2016.

УДК 811.111: 620. 92

O. Poznyak, A. Mileiko

## Wind Energy

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Wind is the movement of air from an area of high pressure to an area of low pressure. In fact, wind exists because the sun unevenly heats the surface of the Earth. As hot air rises, cooler air moves in to fill the void. As long as the sun shines, the wind will blow. And as long as the wind blows, people will harness it to power their lives.

Ancient mariners used sails to capture the wind and explore the world. Farmers once used windmills to grind their grains and pump water. Today, more and more people are using wind turbines to wring electricity from the breeze. Over the past decade, wind turbine use has increased at more than 25 percent a year. Still, it only provides a small fraction of the world's energy.

Most wind energy comes from turbines that can be as tall as a 20-story building and have three 200-foot-long (60-meter-long) blades. These contraptions look like giant airplane propellers on a stick. The wind spins the blades, which turn a shaft connected to a generator that produces electricity. Other turbines work the same way, but the turbine is on a vertical axis and the blades look like a giant egg beater.

The biggest wind turbines generate enough electricity to supply about 600 U.S. homes. Wind farms have tens and sometimes hundreds of these turbines lined up together in particularly windy spots, like along a ridge. Smaller turbines erected in a backyard can produce enough electricity for a single home or small business [1].

Wind is a clean source of renewable energy that produces no air or water pollution. And since the wind is free, operational costs are nearly zero once a turbine is erected. Mass

production and technology advances are making turbines cheaper, and many governments offer tax incentives to spur wind-energy development [1].

Some people think wind turbines are ugly and complain about the noise the machines make. The slowly rotating blades can also kill birds and bats, but not nearly as many as cars, power lines, and high-rise buildings do. The wind is also variable: If it's not blowing, there's no electricity generated.

Nevertheless, the wind energy industry is booming. Globally, generation more than quadrupled between 2000 and 2006. At the end of last year, global capacity was more than 70,000 megawatts. In the energy-hungry United States, a single megawatt is enough electricity to power about 250 homes. Germany has the most installed wind energy capacity, followed by Spain, the United States, India, and Denmark. Development is also fast growing in France and China.

Industry experts predict that if this pace of growth continues, by 2050 the answer to one third of the world's electricity needs will be found blowing in the wind.

Belarus has no indigenous energy resources (FER). Only 15% of its energy resources cover the needs of the country, the remaining 85% is imported - mainly from Russia. In recent years there has been a constant rise in prices of fuel and imported electricity. This growth will occur and continue until the world price. In this connection, Belarus is extremely important to include in the fuel and energy balance of secondary energy resources and renewable energy sources, one of which is a breeze.

Wind power, like any other economic sector, must have three necessary components, ensuring its functioning:

1. wind energy resources
2. wind energy equipment
3. developed wind power infrastructure.

1 For wind energy resource of wind Belarus is almost unlimited. The country has developed a centralized power grid and a large amount of vacant space not occupied by business

entities. Therefore, the placement of wind turbines (wind power) and wind power stations (WPS) is due only to the suitability of wind power technology for this area.

2. The possibility of acquiring a foreign wind farms is very limited due to lack of choice is the equipment for wind turbines and wind farm, which corresponds to the climatic conditions of Belarus, as well as a powerful anti-responsible administrators of official power.

3. Lack of infrastructure for the design, implementation and operation of wind farms and, consequently, experience and skills can only be overcome in the course of active cooperation with the developed wind-power infrastructure abroad.

For the initial phase of wind energy development in Belarus in 1840 identified areas for construction of single wind turbine and wind farm with a capacity of more than 200 billion kWh (Part Identified in Belarus, a site for wind power - is, basically, the ridge of hills in height from 20 to 80 m with a background wind speed 5 m / s or more, which may be raised from 5 to 20 wind turbines [2].

Most efficiently provided by the use of modern turbines in areas of zones with an average annual background rates of not less than 4,5 m / s on a hilly terrain. These regions are: elevated areas mostly north and north-west of Belarus, the central zone of the Minsk region including adjacent to the west of the district, Vitebsk elevation.

Based on the wind potential only in the Minsk region, there are 1,076 construction sites for placement on each of 3 to 10 wind turbines of the continental home of up to 1000 kW.

#### References:

1. Mode of access:

<http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/wind-power-profile/>. – Date of access: 15.04.2016.

2. Mode of access:

[http://www.tycoon.by/english/page/up\\_page\\_2](http://www.tycoon.by/english/page/up_page_2). – Date of access: 15.04.2016.

УДК 621.039

S. Tsygankova, O. Zubakina

## **Pros and cons of nuclear technology for the 21st century**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Nuclear technology is a highly discussed topic nowadays due to the events happening in our country. In our article I'd like to dwell upon the history of Nuclear energy, types of reactors, pros and cons of nuclear power.

The history of nuclear power has its origins in the distant 1930, when in 1934, physicist Enrico Fermi conducted experiments in Rome that showed neutrons could split many kinds of atoms. In the fall of 1938, German scientists Otto Hahn and Fritz Strassmann fired neutrons from a source containing the elements radium and beryllium into uranium (atomic number 92).

By the early 1942's, the world learns of the first self-sustaining fission chain reaction conducted by the University of Chicago. In the late 1950s the use of nuclear energy for electricity generation began and it grew strongly until 1990. Although its growth since then has been much slower, it is today a major source of energy, supplying about 14% of the world's electricity, and 21% of the electricity in OECD countries [1].

Throughout its history nuclear technology has developed several types of reactors. The first type is known as pressurized water reactor where ordinary water is used both as a coolant and a moderator. The coolant is kept at high pressure (about 15.5 MPa or 2 250 psi) to keep it as a liquid. Heat is transferred within steam generators to a separate, secondary coolant

circuit, where water is boiled to create steam. This steam drives the electricity producing turbine generators.

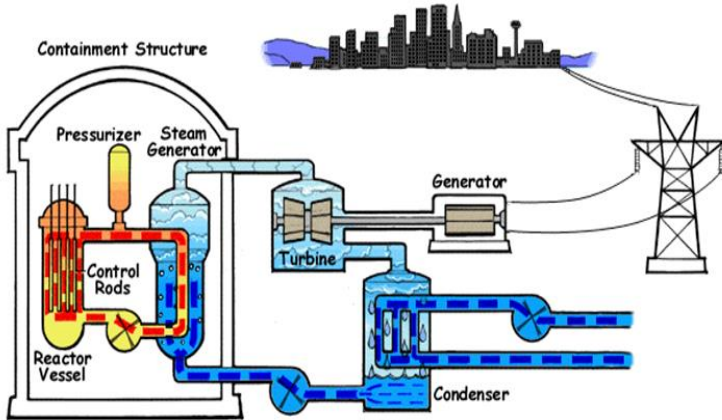


Fig. 1- Pressurized water reactor

The second type of reactors is boiling water reactors. As in PWRs, ordinary water acts as both coolant and moderator. The coolant is kept at a lower pressure than in a PWR (about 7 MPa or 1 000 psi) allowing it to boil as it absorbs heat from the reactor. The resultant steam is passed directly to the turbine generators to produce electricity.

The most commonly used type of reactors is Graphite moderated light water-cooled. Water is used as the coolant and graphite as the moderator. As with a BWR, the coolant boils as it passes through the reactor and the resultant steam is passed directly to the turbine generators. The accident at Chernobyl in Ukraine in 1986 occurred at a reactor of this type.

The next type of reactors is pressurized heavy water reactors (PHWRs). They use heavy water as both coolant and moderator.

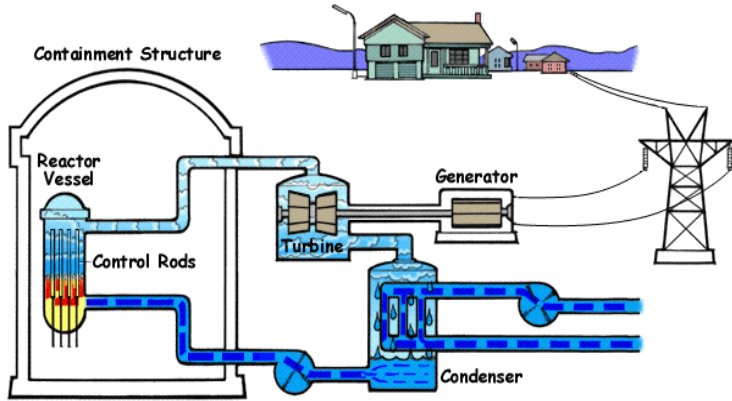


Fig. 2 - Pressurized heavy water reactors

There is also such a type of a reactor as gas-cooled reactors. Which use carbon dioxide as the coolant and graphite as the moderator.

The reactor types described above are thermal reactors, i.e. most of the fissions are due to thermal neutrons. Fast reactors are designed to make use of fast neutrons with much higher kinetic energies. They create more neutrons per fission than thermal reactors, and can also make more efficient use of them [2]. This process is known as “breeding”, and fast reactors that include this process are often referred to as fast breeder reactors (FBRs).

As any technology nuclear technology has both advantages and disadvantages. The advantages are the following: clean, safe, reliable, compact, competitive and practically inexhaustible.

- Nuclear energy produces almost no carbon dioxide, and any sulfur dioxide or nitrogen oxides whatsoever. These gases are produced in vast quantities when fossil fuels are burned;
- One gram of uranium yields about as much energy as a ton of coal or oil - it is the famous “factor of a million”. Nuclear waste is correspondingly about a million times smaller than fossil fuel waste, and it is totally confined;

- Nuclear power is safe, as proven by the record of half a century of commercial operation, with the accumulated experience of more than 12,000 reactor-years;
- There have been only two serious accidents in the commercial exploitation of nuclear power: Three Mile Island in 1979 (in Pennsylvania, USA) and Chernobyl in 1986 (in the Soviet Union, now in Ukraine);
- The cost of nuclear power is competitive and stable;
- It should be noted that a moderate amount of radiation is natural and beneficial for the body.

The disadvantages are environmental impact, radioactive waste disposal, nuclear accidents, uranium is finite, hot target for militants. The radioactive waste produced can pose serious health effects on the lives of people as well as the environment. The Chernobyl accident that occurred on 26 April 1986 at the Chernobyl Nuclear Power Plant in Ukraine was the worst nuclear accident in the history. Its harmful effects on humans and ecology can still be seen today. Then there was another accident that happened in Fukushima in Japan. Although the casualties were not that high, but it caused serious environmental concerns [3].

Although ideas of a nuclear technology are contradicting the future of nuclear power looks promising. With new generations of reactors, potential major breakthroughs such as nuclear fusion, the methods we use to harness nuclear energy will get better in the next coming years. So nuclear power is our key to the future.

#### References:

1. Mode of access: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-4/part-1/section-8/8-2>. – Date of access: 03.03.2016.
2. Beckman, I.N. Radiochemistry. Part 4. Nuclear industry and industrial radiochemistry / I.N. Beckman // Ontoprint. – 2013.
3. Margulova, T.H. Nuclear Power Stations / T.H. Margulova // Moscow. – 1978.



УДК 811.111:159.925

A. Derman, O. Dubinko, I. Bazyleva

## **Body Language**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

People can't live without each other since we are social beings. As soon as we are in contact with others we are communicating. For this purpose, we can make use of both spoken and written languages. In this way, we make the content of a message clear to each other. However, we can also communicate without words. This kind of communication gives us information about the relationships between people. The difference between the words people speak out and our understanding of what they really mean comes from non-verbal communication, otherwise known as "body language". By developing your awareness of the signs and signals of body language, you can understand other people more easily, and communicate with them more effectively.

Body language is a kind of non-verbal communication, where thoughts, intentions, or feelings are expressed by physical behavior, such as facial expressions, body posture, gestures, eye movements, touch and the use of space. Body language, or a subset of nonverbal communication, complements verbal communication in social interaction [1].

While the importance of body language in communication, management and science has become popular only recently, human beings have relied on body language instinctively in many ways for many thousands of years. Philosophers and scientists connected human physical behavior with meaning, mood and personality. Unfortunately, body

language studies and written works on the subject were very sparse until the mid-1900s.

The evolutionary perspectives of body language are fascinating, in terms of its purpose and how it is exploited, which in turn feeds back into the purpose of body language at conscious and unconscious levels. Human beings tend to lie, deceive, manipulate, and pretend. For various reasons people frequently mask their true feelings. In expectation of these “masking” tendencies in others, humans try to imagine what another person has in their mind. The need to understand what lies behind the mask obviously increases according to the importance of the relationship.

Katherine Benziger’s theories of brain types and thinking styles provide useful additional perspective. Women tend to have more empathic sensitivity than men, which naturally aids body language awareness and capabilities.

It is now generally accepted that certain basic facial expressions of human emotions are recognized around the world - and that the use and recognition of these expressions is genetically inherited rather than socially conditioned or learned. While there have been found to be minor variations and differences among obscurely isolated tribes-people, the following basic human emotions are generally used, recognized, and are a part of mankind’s genetic character: happiness, sadness, fear, disgust, surprise, anger.

Charles Darwin was first to make these claims in his book “The Expressions of the Emotions in Man and Animals”, published in 1872. Darwin’s assertions about genetically inherited facial expressions remained the subject of much debate for many years.

As with other behavioral sciences, the study of body language benefited from the development of brain-imaging technology in the last part of the 20th century. This dramatically accelerated the research of connections between

the brain, feelings and thoughts, and body movement. We should expect to see this effect continuing and providing more studies for body language theory based on experience and observation.

The complexity and nuances of facial expression reflect the diversity and subtlety of human emotion. People wear their personalities on their faces. These are the reasons why we are fascinated by portrait photography. A well-known psychologist Paul Ekman discovered seven basic emotions conveyed by seven basic facial expressions that people around the world recognize. These are:

**Sadness:** The eyelids droop; the inner corners of the brows rise; the corners of the lips pull down.

**Surprise:** The upper eyelids and brows rise; the jaw drops open.

**Anger:** Both the lower and upper eyelids tighten; the brows lower and draw together. Intense anger raises the upper eyelids as well. The jaw thrusts forward, the lips press together, and the lower lip pushes up.

**Contempt:** As the only expression that appears on just one side of the face, in contempt one half of the upper lip tightens upward.

**Disgust:** The nose wrinkles; the upper lip rises; the lower lip protrudes.

**Fear:** The eyes widen; the upper lids rise, as in surprise, but the brows draw together. The lips stretch horizontally [2].

Psychotherapists have discovered that if you mimic or reflect back someone's body language, even in a subtle manner, that person feels that he or she is understood [3]. Experimenting with body language possibilities in a playful way with your subjects might help everyone relax as well as open doors to interesting poses. For example, a famous American model, television personality and actress, Tyra Banks tells her models to push a posture or facial expression to

its extreme limits, then pull it back in the show “America's Next Top Model”.

To make the long story short, we want to say that many psychologists believe that non-verbal communication reveals as much, or even more, than speech. The physical appearance of people, the way they dress, how they move and position themselves, speaks volumes. Much of what happens with body language is actually unconscious. People can monitor and control it to a certain degree, but often their physical movement conveys their feelings when they aren't verbalizing them, even when they don't want to or can't verbalize them because those feelings are unconscious. For example, research suggests that people, without even realizing it, lean slightly forward when thinking about the future, and slightly backward when thinking about the past. The body doesn't know how to lie.

#### References:

1. Freitas-Magalhães, A. Facial expression of emotion / A. Freitas-Magalhães // Encyclopedia of Human Behavior. – 2012. – Oxford, 2012. – Vol. 2. – P. 173–183.
2. Ekman, P. A methodological discussion of nonverbal behavior / P. Ekman // Journal of Psychology. – 2001. – № 43. – P. 141–149.
3. Kurien, D. Body Language: Silent Communicator at the Workplace / D. Kurien // Journal of Soft Skills. – 2010. – № 4. – P. 29–36.

УДК 811.111(092)

T. Lapshina, I. Bazyleva

## **The famous British and interesting facts about them**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Every country and every nation has its own customs and traditions. You cannot speak about England without speaking about its traditions and customs. Englishmen are proud of their traditions and carefully keep them up. But Great Britain is also very rich in outstanding people who have made a great contribution to the world's science, literature, music and arts. It gave mankind a lot of outstanding scientists, writers and poets, musicians and painters. Agatha Christie, Charlie Chaplin, Audrey Hepburn are only a few names well-known all over the world. But what do we know about them, except that fact that they are great detective writers, actors and public figures?

Few people know that Agatha Christie's books are sold in the third place after Shakespeare and the Bible. In addition, Christie's famous Belgian detective character Hercule Poirot is the only fictional character to receive an obituary in the New York Times. It was strange that being so famous, she avoided publicity and never gave speeches in public. "Very few of us are what we seem", said Christie. Moreover, as it often happens with talented people, Agatha suffered dysgraphia that is inability to write down a text.

Her personal life was also mysterious. Agatha Christie vanished in 1926 when her marriage was failing. She was found ten days later and doctors stated that she had amnesia. Currently, the Christy's disappearance is not completely solved. It should be noted that, Agatha Christie's method of writing was a little strange. She finished the book to the last

chapter, and then chose the most unlikely of suspects and, returning to the beginning, reworked some moments to frame him. Agatha Christie's was not only fond in writing. She was one of the first British people to try surfing and had a lifelong interest in archaeology.

Like the great detective writer Agatha Christie, Charlie Chaplin also had many wonderful talents. Charlie Chaplin is probably the most well-known actor of the early 20th century. He is among those few people from the silent era whom we still recognize without much hassle. He took to the stage as the best opportunity for a career and made his professional debut at the age of eight as a member of a juvenile group called "The Eight Lancashire Lads".

Charlie was so talented, that once incognito he took part in the competitions of his doubles and took one of the first places. Chaplin was also a good composer. He wrote music for many of his films by himself.

Through he was a millionaire, he chose to stay in a small hotel room. He kept his checks inside a trunk. It is remarkable, that Charlie Chaplin had 4 wives and 11 children. The last of them was born when he was 72 years old. It is also amazing, that there is an asteroid named after Charlie Chaplin – the 3626 Chaplin. It is found in the asteroid belt between Venus and Mars. Here are some Chaplin's famous quotations: "Nothing is permanent in this wicked world, not even our troubles", "Life is a tragedy when seen in close-up, but a comedy in long-shot" and "We think too much and feel too little".

There are also other extraordinary personalities among the British. It is not a secret, that Audrey Hepburn is a true icon of the twentieth century, both in Hollywood, as well as in the world of fashion. Below there are some interesting facts about Audrey Hepburn you may not know about.

It should be noted that During World War II, Audrey's town had been taken over by German soldiers. Food was very

scarce, in fact, there was just enough to survive. Audrey and her family would grind tulip bulbs to eat and attempt to bake grass into bread.

Audrey, along with other children gave private concerts, during which money and information were secretly collected to the Resistance groups and to their underground war against Hitler.

It is true that Audrey was training to be a dental assistant when she was found by a talented scout who wanted her on the Broadway play “Gigi” which was her big break. She was also known as an animal lover. She had a lot of pets, but her most unusual pet was a Fawn named Pippin.

Few people know that Audrey Hepburn was multilingual. She could speak five different languages. Audrey was fluent in Dutch, Spanish, English, Italian and French. An important point is that Audrey, being generous, had donated all the salaries she earned for her final movies to UNICEF. She had contributed to UNICEF since 1954.

To draw the conclusion, it is needless to say, that there are still a lot of famous people about whose fates we know almost nothing, even though they hold a lot of interesting and unexpected facts. It is important to know that there are no ordinary people, because everyone has something exiting and interesting. Everybody is different and unique in their own way.

УДК 811.111:613.8

A. Maznev, V. Sbrodov, A. Tarasenkov, I. Bazyleva  
**Healthy Lifestyle**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Nowadays our life is getting more and more tense. People live under the press of different problems, such as social, ecological, economic and others. They constantly suffer from stress, noise and dust in big cities, diseases and instability. A person should be strong and healthy in order to overcome all difficulties. To achieve this aim people ought to take care of their physical and mental health. You need proper nutrition, exercise, and healthy sleep.

Healthy eating is not about strict dietary limitations, staying unrealistically thin, or depriving yourself of the foods you love. Rather, it's about feeling great, having more energy, improving your outlook, and stabilizing your mood. If you feel overwhelmed by all the conflicting nutrition and diet advice out there, you're not alone. It seems that for every expert who tells you a certain food is good for you, you'll find another saying exactly the opposite. But by using these simple tips, you can cut through the confusion and learn how to create a tasty, varied, and healthy diet that is as good for your mind as it is for your body.

Healthy eating tip 1: **Set yourself up for success.**

To set yourself up for success, think about planning a healthy diet as a number of small, manageable steps, like adding a salad to your diet once a day rather than one big drastic change. As your small changes become habit, you can continue to add more healthy choices. Prepare more of your own meals. Cooking more meals at home can help you take



charge of what you're eating and better monitor exactly what goes into your food. Make the right changes.

Healthy eating tip 2: **Reduce sugar.**

Aside from portion size, perhaps the single biggest problem with the modern Western diet is the amount of added sugar in our food. As well as creating weight problems, too much sugar causes energy spikes and has been linked to diabetes, depression, and even an increase in suicidal behaviors in young people. Reducing the amount of candy and desserts you eat is only part of the solution as sugar is also hidden in foods such as bread, cereals, canned soups and vegetables, pasta sauce, margarine, instant mashed potatoes, frozen dinners, low-fat meals, fast food.

Healthy eating tip 3: **Eat plenty of colorful fruits and vegetables.**

Fruits and vegetables are low in calories and nutrient dense, which means they are packed with vitamins, minerals, antioxidants, and fiber. Focus on eating the recommended daily minimum of five servings of fruit and vegetables and it will naturally fill you up and help you cut back on unhealthy foods. A serving is half a cup of raw fruit or veg or a small apple or banana, for example. Most of us need to double the amount we currently eat. Try to eat a rainbow of fruits and vegetables every day as deeply colored fruits and vegetables contain higher concentrations of vitamins, minerals, and antioxidants. Add berries to breakfast cereals, eat fruit for dessert, and snack on vegetables such as carrots, snow peas, or cherry tomatoes instead of processed snack foods.

Healthy eating tip 4: **Eat healthy carbs and whole grains.**

Choose healthy carbohydrates and fiber sources, especially whole grains, for long-lasting energy. Whole grains are rich in phytochemicals and antioxidants, which help to

protect against coronary heart disease, certain cancers, and diabetes.

What are healthy carbs and unhealthy carbs? Healthy carbs (or good carbs) include whole grains, beans, fruits, and vegetables. Healthy carbs are digested slowly, helping you feel full longer and keeping blood sugar and insulin levels stable. Unhealthy carbs (or bad carbs) are foods such as white flour, refined sugar, and white rice that have been stripped of all bran, fiber, and nutrients. They digest quickly and cause spikes in blood sugar levels and energy.

**Healthy eating tip 5: Add calcium for bone health.**

Your body uses calcium to build healthy bones and teeth, keep them strong as you age, send messages through the nervous system, and regulate the heart's rhythm. If you don't get enough calcium in your diet, your body will take calcium from your bones to ensure normal cell function, which can lead to osteoporosis.

Good sources of calcium include dairy products which are rich in calcium in a form that is easily digested and absorbed by the body. Sources include milk, unsweetened yogurt, and cheese. Many vegetables, especially leafy green ones, are rich sources of calcium. Try collard greens, kale, romaine lettuce, celery, broccoli, fennel, cabbage, summer squash, green beans, Brussels sprouts, asparagus.

**Healthy eating tip 6: Put protein in perspective.**

Protein gives us the energy to get up and go and keep going. While too much protein can be harmful to people with kidney disease, the latest research suggests that most of us need more high-quality protein, especially as we age.

How to add high-quality protein to your diet? Eat plenty of fish, chicken, or plant-based protein such as beans, nuts, and soy. Replace processed carbohydrates from pastries, cakes, pizza, cookies and chips with fish, beans, nuts, seeds, peas, tofu, chicken, dairy, and soy products. Snack on nuts and seeds

instead of chips, replace baked dessert with Greek yogurt, or swap out slices of pizza for a grilled chicken breast and a side of beans.

Do not forget about exercise. Regular exercise increases aerobic capacity and improves muscle strength. It also provides stress relief, improves your ability to concentrate and enhances your mood. Many universities have group-fitness classes and intramural sports, which may further motivate you to stay active. A 2010 study published in the “Journal of Physical Activity and Health” found that in a group of 192 undergraduate students, those who exercised with other individuals were more likely to perceive physical activity as a form of leisure rather than an obligation. If you still struggle to maintain a formal exercise routine, use active forms of transportation such as walking or biking to increase your activity level.

Remember about healthy sleep. Lack of sleep is common among college students, but sufficient sleep is important for maintaining your energy levels, strengthening your immune system, thinking clearly and improving your mood. Studying or socializing late at night can also lead to altered sleep patterns and daytime napping, which can disrupt the quality of your sleep and increase daytime fatigue. Being overworked can impair sleep quality due to high levels of stress hormones. Create an environment conducive to sleep by setting a consistent bedtime, creating a relaxing nighttime routine and avoiding caffeine, nicotine and alcohol within three to four hours of going to bed.

The most important thing to remember is that you can make a difference in your health and well-being. Take charge of your life, and be mindful of small behavior changes that can make your lifestyle a healthier one.

УДК 502.1

A. Shavlis, D. Lupenko, I. Bazyleva

## **Environment today: main problems and ways of solution**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

The relationship between man and nature has become one of the major problems facing civilization today. The word environment means simply everything that is around us. The air we breathe, the soil on which we stand and walk, the water we drink are all parts of the environment.

Nowadays people understand the importance of solving the environmental problems that endanger people's lives. The most serious environmental problems nowadays are: pollution (water pollution, air pollution, nuclear pollution); noise produced by cars, buses, planes, etc.; destruction of wildlife and countryside beauty; shortage of natural resources (metals, different fossil fuels).

First let's consider air pollution. In order to understand how air pollution affects our body, we must understand exactly what this pollution is. Billions of tons of coal and oil are consumed around the world every year. Every day a huge number of plants and factories emit lots of harmful substances into the atmosphere of big cities. Industrial and traffic pollution poisons the air we breathe, and is the main reason of greenhouse effect and acid rains. Acid rains in their turn can damage flora and fauna in lakes and rivers and destroy forests. There are many different examples that prove it. For instance, when the Americans decided to clean up the Statue of Liberty in 1986, the first thing they had to do was to make a hole in its nose and take away the acid rain that had collected inside. The polluted air of New York had mixed with the rain and damaged

the Statue badly. Traffic is another reason of air pollution in big cities.

Greenhouse effect may also have disastrous consequences on our planet. Although it is a naturally occurring phenomenon, it is possible that the effect can be intensified as the result of human activity. Each time we burn gasoline, oil, coal, or even natural gas, more carbon dioxide is discharged to the atmosphere. If we do not slow down our use of fossil fuels and stop destroying the forests, the world will become hotter than it has been in the past million years.

If present rate of destruction remains, most of the rain forests will have gone by the middle of the century. This will allow man-made deserts to invade lush areas. Evaporation rates will also increase and water circulation patterns will change.

Another serious problem we are facing today is that nuclear power stations can go wrong and cause nuclear pollution. This happened in Windscale in Britain, in Three Mile Island in the USA, in Chernobyl and Fukushima in Japan.

Our planet is in serious danger. Industrial pollution has made many sources of water undrinkable. Rivers, lakes and even seas have become poisonous. Thousands of fish die every year as a result of the illegal dumping of industrial waste into rivers all over the world. A few years ago people thought that the supply of clean water was unlimited. Now clean water is scarce, and we start valuing this precious resource. We must protect clean water resources for the sake of our children and grandchildren.

Nowadays it is difficult to imagine our life without electric power. We use electric power every day and everywhere: to light our houses, to cook food, to power electric devices. But few people know what is behind the use of electric power.

The further humanity moves the more acute the use of alternative, renewable energy sources becomes. The

development of alternative energy sources and the search for new sources of energy is the main global trend of the new millennium. The reasons for this are the depletion of natural resources and the prospect of a possible energy crisis, the negative impact of traditional energy on the environment and the threat of environmental catastrophe.

To minimize the use of natural resources biogas plants should be built and used. Biogas is a type of biofuel which is derived from biomass, for example, rotten plants and animal waste. Undoubtedly, every country has plenty of organic waste, which, if recycled, can be used for producing electricity and heating houses.

When plants and animal waste rot, methane is released. After cleaning this gas we get biomethane which is absolutely identical to natural gas. Biogas is a naturally occurring gas that is generated by anaerobic bacteria as a result of the breakdown of organic matter and is used in energy production. Biogas differs from natural gas in that it is a renewable energy source produced biologically through anaerobic digestion rather than a fossil fuel produced by geological processes [1].

Millions of homes in less-developed regions, including China and parts of Africa, are reported to use household digesters as a renewable energy source. The level of development of biogas plants varies greatly in Europe. While countries such as Germany, Austria and Sweden are fairly advanced in their use of biogas, there is a vast potential for this renewable energy source in the rest of the continent, especially in Eastern Europe. The use of biogas is a green technology that has environmental benefits.

Alternative energy sources are also used in Belarus and this industry is successfully developing. We have biogas plants in Gomel, Mogilev and Brest regions, and such plants are still being built. On November 6, 2012, the most powerful biogas plant was launched in Mogilev region. 25 similar biogas plants

are expected to be built in our country within the next five years [2].

We believe that environmental disasters can be prevented if people broaden ecological education and if every person understands that the beauty of nature is extremely fragile. People must obey the unwritten rules of nature.

There are a lot of simple things all of us can do to stop the destruction of the environment. First of all, we mustn't drop litter in public places. Besides, we shouldn't dump our rubbish without thinking which things, such as bottles and paper, can be recycled. We must stop using aerosol sprays, because the substances they contain destroys the ozone layer. There are also many things people can do at home to help nature. For example, we could waste less water by turning off the tap while brushing teeth or taking showers instead of baths. We should take care of birds and animals as well. We can help to plant trees and create parks for endangered species. We can clean rivers and canals and create footpaths. But first of all we must change people's attitude towards the environment. We strongly believe that we must consume less, recycle more, conserve wildlife and nature, and act according to the dictum "Think locally, think globally, act locally"!

#### References:

1. What is biogas? [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.bts-biogas.com/en/company/what-is-biogas.html#p.components.components-of-biogas>. – Date of access: 13.03.2016.
2. Биогазовые установки в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://mogilev-region.gov.by/news/samuyu\\_moshchnuyu\\_biogazovuyu\\_ustanovku\\_v\\_belarusi\\_zapustili\\_v\\_spk\\_rassvet\\_kirovskogo\\_raiona](http://mogilev-region.gov.by/news/samuyu_moshchnuyu_biogazovuyu_ustanovku_v_belarusi_zapustili_v_spk_rassvet_kirovskogo_raiona). – Дата доступа: 10.03.2016.

УДК 811.111:004.45

O. Medvedev, E. Rybaltovskaya  
**Fundamentals of operating systems**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Basically, computer is a device that accepts the message by the imputer and processes this message and stores the information at the storage devices and later gives an output of the message through the output devices.

Normally, a computer consists of a processing unit called the Central Processing Unit or the CPU and a form of memory.

Computational processes are abstract beings that inhabit computers. The evolution of a process is directed by a pattern of rules called a program. There is a natural classification of these processes into decidable, intermediate and complete.

A process is a running program. To implement virtualization of the central processing unit, and to implement it well, the operating system will need both some low-level machinery as well as some high-level intelligence.

One obvious component of machine state that comprises a process is its memory. Instructions lie in memory; the data that the running program reads and writes sits in memory as well. Thus the memory that the process can address (called its address space) is part of the process.

There are some ideas of what must be included in any interface of an operating system.

- Create: An operating system must include some method to create new processes.



- Destroy: As there is an interface for process creation, systems also provide an interface to destroy processes forcefully.

- Wait: Sometimes it is useful to wait for a process to stop running.

- Miscellaneous Control: Most operating systems provide some kind of method to suspend a process and then resume it.

- Status: There are usually interfaces to get some status information about a process as well, such as how long it has run for, or what state it is in [1].

The operating system allocates the memory and gives it to the process. The operating system transfers control of the central processing unit to the newly-created process, and thus the program begins its execution. In a simplified view, a process can be in one of three states:

- Running: This means it is executing instructions.
- Ready: A process is ready to run but for some reason the operating has chosen not to run it at this given moment.
- Blocked: A process has performed some kind of operation that makes it not ready to run until some other event takes place.

The operating system is a program, and like any program, it has some key data structures that track various relevant pieces of information. To track the state of each process, the operating system likely will keep some kind of process list for all processes that are ready, as well as some additional information to track which process is currently running.

There are some other states a process can be in, beyond running, ready, and blocked. Sometimes a system will have an initial state that the process is in when it is being created. It could be placed in a final state where it has exited but has not yet been cleaned up. This final state allows other processes to examine the return code of the process and see if the just-finished process executed successfully.

Operating systems are replete with various important data structures. Sometimes people refer to the individual structure that stores information about a process as a Process Control Block (PCB).

As time sharing became more popular, new demands were placed on the operating system. In particular, allowing multiple programs to reside concurrently in memory makes protection an important issue. This abstraction is called the address space. Understanding this fundamental operating system abstraction of memory is the key to understanding how memory is virtualized [1].

The address space of a process contains all of the memory state of the running program. The program, while it is running, uses a stack to keep track of where it is in the function call chain as well as to allocate local variables and pass parameters and return values to and from routines.

Isolation is a key principle in building reliable systems. If two entities are properly isolated from one another, this implies that one can fail without affecting the other. Operating systems strive to isolate processes from each other and in this way prevent one from harming the other.

Computers have become the backbone of Information Technology and a major application in this sector is the Internet.

#### References:

1. Mode of access:

<http://pages.cs.wisc.edu/~remzi/OSTEP/>. – Date of access: 15.03.2016.

УДК 811.111:796.332(092)

E. Yarkevich, A. Mileiko

## **Lionel Messi Biography**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

Argentina native Lionel Messi has established records for goals scored and won individual awards en route to worldwide recognition as the best player in soccer.

Born on June 24, 1987, in Rosario, Argentina, soccer player Lionel Messi moved to Spain at the age of 13, after the FC Barcelona club agreed to pay for hormone-deficiency treatments. Messi became a star in his new country, scoring at will while leading his club to championships. In 2012, he set a record for most goals in a calendar year, and afterward was named FIFA's "Player of the Year" a record fourth time [1].

Lionel Messi was born Luis Lionel Andres Messi on June 24, 1987, in Rosario, Argentina. As a young boy, he tagged along when his two older brothers played soccer with their friends, unintimidated by the bigger boys. At the age of 8, he was recruited to join the youth system of Newell's Old Boys, a Rosario-based club. Recognizably smaller than most of the kids in his age group, Messi was eventually diagnosed by doctors as suffering from a hormone deficiency that restricted his growth.

Messi's parents, Jorge and Ceclia, decided on a regimen of nightly growth-hormone injections for their son, though it soon proved impossible to pay several hundred dollars per month for the medication. So, at the age of 13, when Messi was offered the chance to train at soccer powerhouse FC Barcelona's youth academy, La Masia, and have his medical

bills covered by the team, Messi's family picked up and moved across the Atlantic to make a new home in Spain.

Although he was often homesick in his new country, Messi moved quickly through the junior system ranks, and by the age of 16, he had made his first appearance for Barcelona. Messi put himself in the record books on May 1, 2005, as the youngest player to ever score a goal for the franchise. That same year, he led Argentina to the title in the under-20 World Cup, scoring on a pair of penalty kicks to propel the team over Nigeria.

Messi eventually grew to 5 feet and 7 inches, and with his short stature, speed and relentless attacking style, he drew comparisons to another famous Argentinean footballer: Diego Maradona. Messi steered Barcelona to a wealth of success, most notably in 2009, when the left-footer's team captured the Champions League, La Liga, and Spanish Super Cup titles. That same year, after two consecutive runner-up finishes, he took home his first FIFA "World Player of the Year" honor/Ballon d'Or award.

Even the great Maradona gushed about his fellow countryman. "I see him as very similar to me," the retired player told the BBC. "He's a leader and is offering lessons in beautiful football. He has something different to any other player in the world."

Amazingly, the diminutive soccer wizard continued to improve, discovering new ways to elude defenders while leading Barcelona to La Liga and Spanish Super Cup championships in 2010 and 2011, as well as the '11 Champions League title [2].

Messi embarked on an all-out assault on the record books in 2012. He became the first player to score five goals in a Champions League match in early March, and a few weeks later he surpassed Cesar Rodriguez's club-record 232 goals to become Barcelona's all-time leading scorer. By the end of

2012, Messi had accumulated an astounding 91 goals in club and international play, eclipsing the 85 netted in a single calendar year by Gerd Muller in 1972. Fittingly, he broke one more record when he was named the FIFA Ballon d'Or winner for the fourth time in January 2013. Messi led team Argentina to the finals of the 2014 World Cup. Although his team lost to Germany, he was named best player of the tournament.

Almost universally regarded as the best player in the game, the boyish Messi has become the commercial face of soccer with endorsements from Adidas, Pepsi, EA Sports and Turkish Airways, among other companies. Having signed an extension with Barcelona that guarantees him a base salary of approximately \$21 million per year through 2018, he is one of the world's highest-paid athletes.

Although he is famously quiet and private off the field, Messi has found ways to help out others in need. In 2007, he formed the Leo Messi Foundation to provide opportunities for disadvantaged youths. In early 2010, UNICEF named him a goodwill ambassador, with a focus on fighting for children's rights across the globe.

Messi became a father in November 2012, when his girlfriend, Antonella Rocuzzo, gave birth to their son, Thiago.

#### References:

1. Mode of access: <http://gossipmagazines.net/messi-net-worth/>. – Date of access: 05.04.2016.
2. Mode of access: [www.biographyonline.net./sport/football/lionel-messi.html](http://www.biographyonline.net./sport/football/lionel-messi.html). – Date of access: 05.04.2016.