



ВГУИТ

*LXII отчетная научная конференция
преподавателей и научных сотрудников*

ОПЫТ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА С ПРЕДПРИЯТИЯМИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

Карманова Ольга Викторовна

*заведующий кафедрой технологии органических соединений
и переработки полимеров*

НАУЧНЫЕ ПРОЕКТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО ЗАКАЗУ ИНОСТРАННЫХ КОМПАНИЙ

Республика Беларусь



Заказчик: ОАО «Белшина»

«Разработка технологии получения радиационного бутилрегенерата с прогнозируемыми свойствами и технических решений по его использованию в производстве пневматических шин с целью улучшения технико-экономических показателей»

*договор на проведение НИР № 14/22/2402-09-22 от 24» мая 2022 г.,
объем финансирования – 6,2 млн. руб.*

Китайская Народная Республика



Заказчик: Xuzhou Zhongyan Meihui Information Technology Co. Ltd

«Разработка технологии суперабсорбирующего полимера на основе хитозана с улучшенной влагопоглощающей способностью»

*договор на проведение НИР № 36/21 от 01.09.2022 г.
объем финансирования – 2,0 млн. руб.*

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Республика Беларусь



Белорусский государственный технологический университет

2010 г.-2023 г. Участие преподавателей и студентов научных мероприятиях БГТУ, г. Минск

2014 г. Стажировка магистранта БГТУ во ВГУИТ

2015 г.-2023 г. Совместные публикации – более 15 в сборниках научных трудов ,
5 статей в рецензируемых журналах

2016 г. Выполнение совместного гранта на разработку образовательной программы

2016 г., 2022 г. Чтение лекций проф. ВГУИТ для студентов БГТУ

2017 г. Чтение лекций член-корр. НАН для студентов ВГУИТ

2018 г. Совместные заявки на научные конкурсы РНФ и БФФИ – подано 2 заявки с БГТУ

2021 г. Чтение лекций член-корр. НАН для студентов ВГУИТ

2022 г. Совместные заявки на научные конкурсы РНФ и БФФИ – подано 2 заявки с БГТУ

2022 г. Совместная заявка на программу УМНИК 2022– победитель аспирант ВГУИТ
и ассистент БГТУ – софинансирование ФСИ и БФФИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Республика Беларусь

СОВМЕСТНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Radiation Physics and Chemistry 159 (2019) 154–158

Contents lists available at ScienceDirect

 ELSEVIER

Radiation Physics and Chemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/radphyschem

Obtaining and using of reclaimed butyl rubber with the use of ionizing radiation

Olga V. Karmanova^{a,*}, Sergey G. Tikhomirov^a, Sergey N. Kayushnikov^b, Zhanna S. Shashok^c, Pavel S. Polevoy^d

^a Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution Avenue, bldg. 19, Voronezh, Russian Federation
^b Belshina JSC, Minskoe Shosse, Bobruisk, Belarus
^c Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a, Minsk, Belarus
^d "INTECH" CJSC, 38 Mezhtinskogo str., bldg. 3, r. 283, Moscow, Russian Federation

ARTICLE INFO

Keywords:
Butyl rubber
Irradiation
Mooney viscosity
Regenerates

ABSTRACT

Properties of rubber compounds and vulcanizates obtained on the basis of irradiated butyl rubber (sulfur cured or resin cured) have been studied. The irradiation was carried out by a beam of accelerated electrons with doses of 20–100 kGy. Mooney viscosity and network density of the regenerates were investigated. It has been shown that during irradiation the destruction occurs mainly due to the breaking of the carbon-carbon bonds in the main chain. Mechanical processing of the obtained reclaimed rubbers was carried out at temperatures of 70–110 °C

Karmanova O.V., Tikhomirov S.G., Kayushnikov S.N., Shashok Z.S., Polevoy P.S. Obtaining and using of reclaimed butyl rubber with the use of ionizing radiation // Radiation Physics and Chemistry. 2019. Т. 159. С. 154-158.

Кротова О.А., Шашок Ж.С., Усс Е.П., Люштык А.Ю., Карманова О.В. Исследование упруго-гистерезисных свойств протекторных шинных резин с кремнекислотными наполнителями // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1 (87). С. 330-335.

Шашок Ж. С., Прокопчук Н. Р.,... Карманова О.В., Тихомиров С.Г. Влияние добавок бутилового регенерата на свойства эластомерных композиций // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2021. – № 2(247). – С. 25-32.

ДОКЛАДЫ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ ФОРУМАХ



International Conference on Ionizing Processes, 2022

The use of radiation for the regeneration of butyl rubber waste

O. Karmanova¹, S. Tikhomirov¹, A. Khvostov¹, Z. Shashok², S. Kayushnikov²

¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

²Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,

³ Belshina JSC, Bobruisk, Belarus

Email: karolga@mail.ru

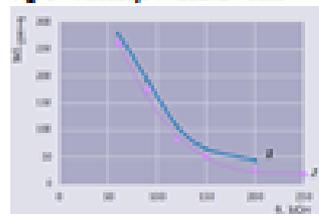


1. Radiation processing by γ -quantum / accelerated electron, doses of 30-250 kGy.

2. Mechanical processing after irradiation.

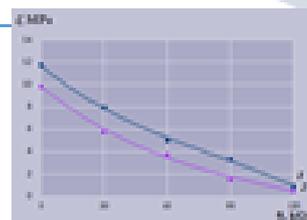
THE EFFECT OF IRRADIATION ON THE PROPERTIES OF RUBBERS

Fig. 1- Viscosity / irradiation dose



1 - accelerated electrons
2 - γ -quantum

Fig. 2- Tensile strength / irradiation dose



THE EFFECT OF PROCESSING TEMPERATURE ON THE DESTRUCTION OF CROSS-LINKS



Voronezh State University of Engineering Technologies



Belarusian State Technological University



ДОКЛАДЫ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ ФОРУМАХ



The Miller Online Workshop on Radiation Chemistry, 10-12 February 2022

Development of approaches to the regeneration of rubber products using irradiation

O. Karmanova¹, S. Tikhomirov¹, A. Khvostov¹, Z. Shashok², S. Kayushnikov²

¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

² Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, ³ Belshina JSC, Bobruisk, Belarus

Email: karolga@mail.ru



$$P_i(t) = A_i(S(t))^{2\alpha} (M(t))^{2\beta} \quad (1)$$

P_i - property (Mooney viscosity - M_0 ;
tensile strength - F_t , MPa;
elongational break - α , %)
 S - external influence parameter
(absorbed dose - D , kGy; treatment time - t , min;
temperature - T , K)
 $S(t)$ - crosslink density, mole/cm³
 $M(t)$ - polymer molecular weight
 A_i, α, β - constants (i - 1, 2)

$$z(t) = S_0 e^{-k_1 t} e^{k_2 t} \quad (2)$$

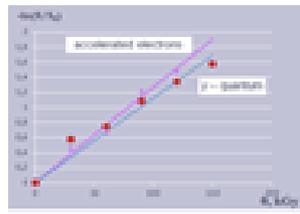


Fig. 1

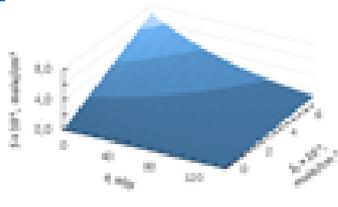


Fig. 2

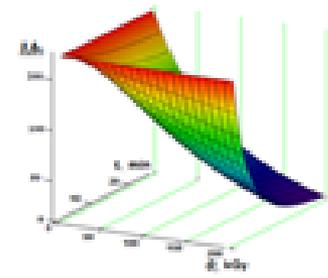


Fig. 3



Voronezh State University of Engineering Technologies



Belarusian State Technological University



МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Республика Беларусь

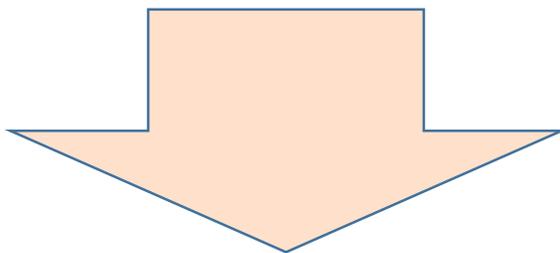


ОАО «Белшина»

2019 г.-2023 г. Совместные публикации –5 в сборниках научных трудов, 2 статьи в рецензируемых журналах

2016 г. Стажировка преподавателей ВГУИТ на ОАО «Белшина»

2021 г.-2022 г Доклады на международных научных форумах



Договор с ОАО «Белшина» (г. Бобруйск) на выполнение НИР по теме «Разработка технологии получения радиационного бутилрегенерата с прогнозируемыми свойствами и технических решений по его использованию в производстве пневматических шин», 6,2 млн. руб.; 24.05.2022 – 31.12.2023 г.

СОИСПОЛНИТЕЛИ: ОАО «Совтех» (г. Воронеж), БГТУ (г. Минск).

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
РАДИАЦИОННОГО БУТИЛРЕГЕНЕРАТА
С ПРОГНОЗИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ
И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В
ПРОИЗВОДСТВЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН**

(договор на проведение НИР № 14/22/2402-09-22)

***Исполнители – сотрудники, аспиранты и студенты
кафедры ТОСиПП и кафедры ИУС:***

Проф. Карманова О.В.

Проф. Тихомиров С.Г.

Проф. Хвостов А.А.

Проф. Седых В.А.

Доц. Попов А.П.

Доц. Москалев А.С.

Доц. Санникова Н.Ю.

Доц. Казакова А.С.

Асп. Зайцев С.А.

Асп. Кулигина М.А.

Магистрант Солодова А.А.

Магистрант Василевская А.Ю.

ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ БУТИЛКАУЧУКА В МИРЕ

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ЗАРУБЕЖОМ

Производители	Страна	Объем выпуска, т/год
Lanxess	Бельгия	115000
SOCABU	Франция	56000
Pitesti	Румыния	5000
Exxon Mobil Chemical Company	Англия	105000
SINOPEC	Китай	30000
Japan Butyl Company Ltd, JSR Corporation	Япония	160000

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Производитель	Объем выпуска, т/год
Нижнекамскнефтехим	90000
Тольяттикаучук	50000

ПОТРЕБИТЕЛИ БУТИЛКАУЧУКА

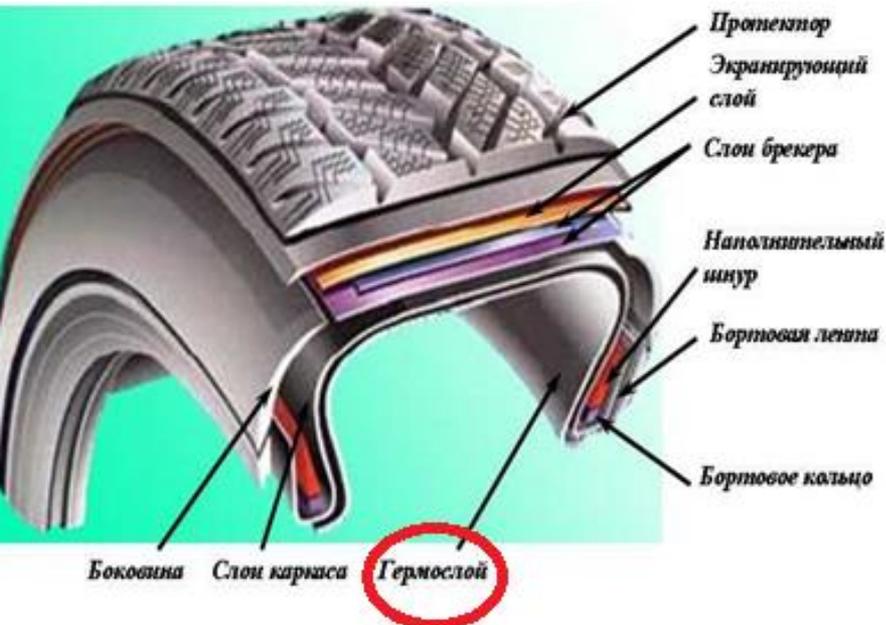


ПРОИЗВОДСТВО БУТИЛРЕГЕНЕРАТА

Производитель
Россия
Нидерланды
Индия
Китай

АКТУАЛЬНОСТЬ

- Объем отработанных резиновых диафрагм на основе БК в России составляет **1500-2000 т/год**, в Республике Беларусь – **1000 т/год**.
- Прогноз развития рынка шин: увеличение производство радиальных бескамерных шин в России к 2025 г – на 150 %.
- Ценовая политика - каучуки: **БК ~ 620 тыс./т**, СКИ-3 ~ 170 тыс./т , БСК ~ 120 тыс./т .
- Технология получения радиационного бутилрегенерата в России в промышленном масштабе не реализуется.



ЦЕЛИ и ЗАДАЧИ

1. Разработка технологии получения бутилрегенерата с прогнозируемыми свойствами
2. Испытания бутилрегенерата в рецептуре гермослоя бескамерных шин
3. Отработка методики экспресс-оценки качества БР
4. Выпуск опытной партии бутилрегенерата
5. Изготовление шины, стендовые испытания

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ВИДЫ РАБОТ

1. Разработка методов контроля показателей качества отработанных диафрагм
2. Исследование влияния условий обработки отработанных диафрагм производства ОАО «Белшина» на их свойства
3. Получение экспериментальных образцов резиновых смесей и вулканизатов на основе радиационного бутилрегенерата
4. Проведение расширенных испытаний радиационного бутилрегенерата в рецептурах шинных резин
5. Выпуск опытно-промышленной партии радиационного бутилрегенерата, стоимость которого ниже представленных на рынке образцов регенерата бутилового, что подтверждается маркетинговыми исследованиям
6. Промышленная апробация радиационного бутилрегенерата в условиях ОАО «Белшина»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ

Обработка ионизирующим излучением на ускорителе электронов «Электроника-003» дозами 30-50 кГр



Последующая механообработка (при заданном времени, температуре) - сдвиговые деформации



Разработка математического описания зависимостей основных свойств регенерата от условий обработки для прогнозирования, контроля и управления процессом

$$Y_i(r) = A_i (S(r))^{\gamma_i} (M_v(r))^{\beta_i},$$

$$Mh(r) = A_1 (M_v(r))^{\gamma_1} (S(r))^{\beta_1}$$

$$\varepsilon(r) = A_2 (M_v(r))^{\gamma_2} (S(r))^{\beta_2}$$

$$F_p(r) = A_3 (M_v(r))^{\gamma_3} (S(r))^{\beta_3}$$

$$Mh(r) = A_4 (M_v(r))^{\gamma_4} (S(r))^{\beta_4}$$

ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

ПАСПОРТ
БЕЗОПАСНОСТИ
ВЕЩЕСТВА
(МАТЕРИАЛА)
Основание:
Постановление
Госстандарта России
от 12.03.1996 №164
ГОСТ от 12.03.1996
№30333-95
ООО «Совтех»
пр. Революция, дом 19,
ком 445, г. Воронеж
394000, Россия
Тел. (473) 221-81-30,
Тел. факс (473) 221-81-35;
279-82-85

Substance (Material) Safety Passport. Information on material safety at manufacturing, utilization, storage, transportation and disposal handling
Соответствует Safety Data Sheet (Material Safety Data Sheet) United Nations Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemical (GHS) и Директиве 2001/58/EC

НАИМЕНОВАНИЕ

техническое (по НД)	Регенерат бутылочный «РБ-РТМ»
химическое (по ИУРАС)	Не имеет
торговое	регенерат бутылочный «РБ-РТМ»
символический	Нет
	Код ОКПД 2 2 0 . 3 9 . 3 5 . 1 3 0
	Код ТН ВЭД ЕАЭС 3 8 1 2 1 0 0 0 0 0

Условное обозначение и наименование нормативного, технического или информационного документа на продукцию (ГОСТ, ТУ, ОСТ, СТО, (M)SDS)

Регенерат бутылочный «РБ-РТМ» ТУ 20.17.10-001-31273447-2023.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАСНОСТИ

Сигнальное слово	Отсутствует
Краткая (словесная): Малоопасное вещество по воздействию на организм. Продукты горения и термодеструкции опасны для человека и окружающей среды	
Подробная: в 16-ти прилагаемых разделах Паспорта безопасности	
ОСНОВНЫЕ ОПАСНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	ПДК р.з., мг/м ³
Полимер бутылочный-1,2	Не установлена

Класс опасности	№ CAS	№ ЕС
нет	9003-18-3	Отс.

ЗАЯВИТЕЛЬ ООО «СОВТЕХ» (наименование организации)
Тех. заявитель: производитель, поставщик, продавец, экспортер, импортер (исключено конечный пункт)

Код ОКПО 3 1 2 7 3 4 4 7

ОАО «БЕЛШИНА»
ЛСнСИИ ИТЦ

ЦЗЛ, ИТЦ

ПРОТОКОЛ № 1794-з от 17.11.2023

испытания шины на стенде

Методика № 49/01-2016

«Испытаний пневматических сельскохозяйственных шин предназначенных для эксплуатации на ведущей и направляющей оси тракторов и сельскохозяйственной техники»

Дата проведения испытания: с 14.11.2023 по 17.11.2023

Вид испытания: типовые, распоряжение №617 от 01.11.2023

Размер, ин: 600/65R34 модель: Бел-165

Порядковый №: 4523Бел42018 дата изготовления: 45 неделя 2023

Индекс несущей способности: 151 категория скорости: D

Оборудование: стенд ИМШ-15 №4 (с клингами) обод: DW18L-34 №134 А-1

Температура в помещении: 20° С

УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЯ

Ведущий режим

Стабилизация		Режим испытаний		
Нагрузка, Н	28 194	Нагрузка, Н	42 291	49 340
Давление, кПа	100	Давление, кПа	установившееся	
Скорость, км/ч	40	Скорость, км/ч	40	40
Время, ч	4	Пробег, км	8000	до разрушения

Оценочный показатель: Полный километраж: 2 480 км.

Норма: не менее 2000 км.

Километраж 2 000 км – видимых разрушений не обнаружено.

Инженер-лаборант
ЛСнСИИ

Начальн

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ
НА ПРОИЗВОДСТВО РЕГЕНЕРАТА БУТИЛОВОГО «РБ-РТМ»

Дата введения в действие – 2023 г.
Без ограничения срока действия.

РЕГЕНЕРАТ БУТИЛОВЫЙ «РБ-РТМ»

Технические условия

ТУ 20.17.10-001-31273447-2023

(Введены впервые)

Дата введения в действие
Без ограничения срока действия

РА:
ФГБОУ

РАЗРАБОТАН:
ФГБОУ ВО «ВГУИТ»
ООО «Совтех»

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

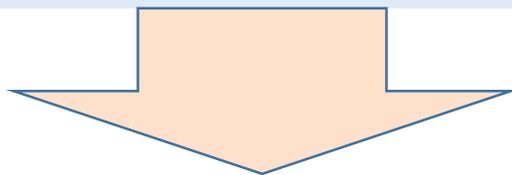
Китайская Народная Республика

2020 - 2021 г. Китайско-Российский конкурс инноваций и предпринимательства

(Юго-западный регион, КНР) - подготовлено 5 проектов, участники ВГУИТ – 3 аспиранта, 4 магистранта, 2 проекта вышли в финал.

2021 г Китайско-Российский конкурс «Polymer material contest PMC-2021» «Инновации в химии и технологии ВМС»), Подготовлено 4 проекта, участники ВГУИТ – 4 аспиранта, 2 место.

2021 г Китайско-Российский форум провинции Сюджоу - представлен к внедрению проект, исполнители - преподаватели и аспиранты ВГУИТ под руководством проф. Тихомирова С.Г.



Договор с Комитетом по управлению высокотехнологичным промышленным развитием Сюдчжоу (КНР) на выполнение НИР по теме «Разработка технологии суперабсорбирующего полимера на основе хитозана с улучшенной водопоглощающей способностью»

СОИСПОЛНИТЕЛЬ: Вф «НИИСК» (г. Воронеж).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУПЕРАБСОРБИРУЮЩЕГО ПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА С УЛУЧШЕННОЙ ВОДОПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

(договор на проведение НИР № 36/21 от 01.09.2022 г.)

*Исполнители – сотрудники, аспиранты и студенты
кафедры ТОСиПП, кафедры ИУС, кафедры ФиАХ, лаборатории
Мегагеномики и пищевых биотехнологий:*

*Проф. Тихомиров С.Г.
Проф. Суханов П.Т.
Проф. Карманова О.В.
С.н.с. Лавлинская М.С.
Н.с. Сорокин А.В.*

*Доц. Чурилина Е.В.
Магистрант Репш В. Ю.
Студент Юхлова М.О.*

АКТУАЛЬНОСТЬ

Гидрофильные полимеры (суперабсорбенты - САП) являются трехмерносшитыми полимерами и способны поглощать и удерживать жидкость в количествах во много раз превышающих собственный вес.

Мировое потребление САП ежегодно увеличивается на ~5 % и по оценкам аналитиков к 2025 году достигнет 2,5 млн т в год.

Технология основана на использовании разного сочетания мономеров, позволяет формировать полимер с требуемыми потребительскими и эксплуатационными свойствами в зависимости от его назначения.

Применение методов математического моделирования и элементов цифровизации (аппарат нейронных сетей, цифровые двойники и др.) при создании САП с регулируемой водопоглощающей способностью, эксплуатационными характеристиками позволит более точно и в короткие сроки провести подбор соотношений исходных компонентов, технологических режимов получения САП.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ САП В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

Ежегодное увеличение потребления САП в с/х – 10 %

Защита почвы от водяной и ветровой эрозии

Уменьшение потребления воды для ирригации до 35%

Повышение биодоступности удобрений до 85%

Повышение урожайности культур до 50%

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ САП В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

Среднее потребление САП – 5 кг/га

Площадь российских с/х угодий на засушливых территориях - 47.58 млн га

РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработана методика синтеза САП

Получены лабораторные образцы САП со степенью набухания не менее 500 %



Получен патент РФ на изобретение №2763736 Способ получения композитного суперабсорбирующего полимера на основе хитозана с улучшенной влагопоглощающей способностью



ЗаклЮчен лицензионный договор с Заказчиком (КНР) на неисключительные права использования патента

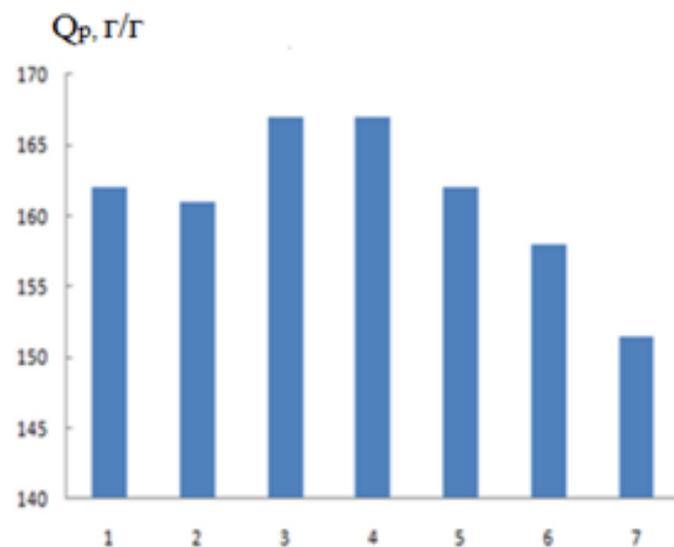
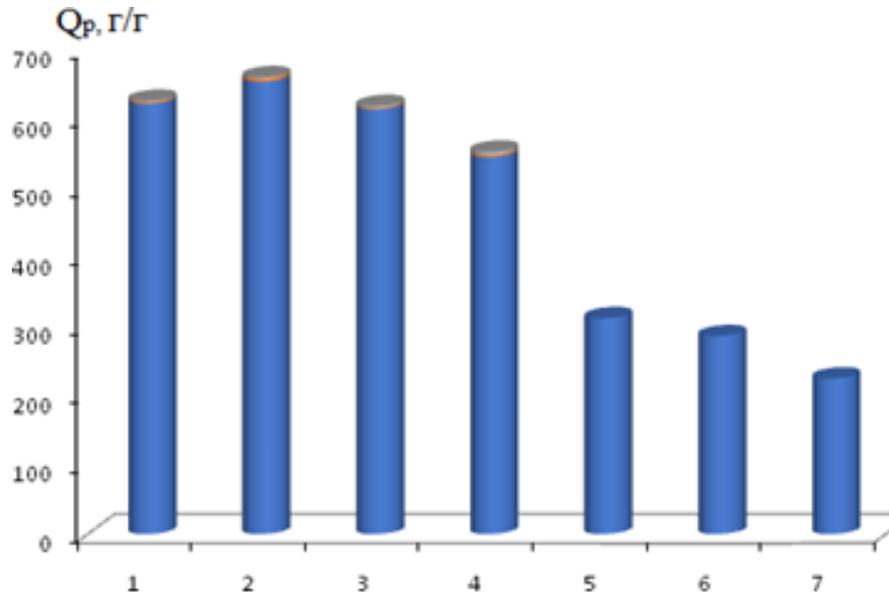
Получена опытно-промышленная партия САП в условиях Вф ВНИИСК

Образцы САП переданы потребителю для испытаний

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ САП

- *Количество циклов «набухание-высыхание»*
- *Биоразлагаемость*

Степень набухания суперabsorbентов в зависимости от количества циклов сорбция-десорбция



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выполнения научно-исследовательских международных контрактов по заказу предприятий реального сектора экономики получено внебюджетное финансирование – 8,2 млн. руб.

Отлажена форма работы межкафедральных научных коллективов: преподавателей, аспирантов, студентов.

Разработаны технологии и получены новые материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами, применение которых расширяет сырьевую базу и ассортимент химической продукции.

Создана интеллектуальная собственность и осуществлена ее коммерциализация.

Продолжено взаимодействие в научно-технической сфере с индустриальными партнерами, которые являлись соисполнителями международных проектов.

Получены исходные данные для НИОКР, что открывает перспективы продолжения работ.



8 февраля

**С Днем
российской
науки!**