



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

**БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ**

**РЕСПУБЛИКА САХА(ЯКУТИЯ)**



# Исследование свойств бутадиен-нитрильного и диеновых каучуков



Михайлов Ян 11-БЭ СУНЦ  
Мохначевский Айсен 11-БЭ СУНЦ

Наставник: к.т.н. Мухин Василий  
Васильевич

# Актуальность и проблема

К резинам, из которых изготавливаются резинотехнические изделия, эксплуатирующиеся в условиях холодного климата, предъявляются особые требования по морозостойкости. Для достижения требуемого набора свойств, необходимо создания новых рецептур для резин, в том числе из смесей каучуков.



## Цель

Разработка резинотехнических изделий и исследование их физико-механических характеристик.

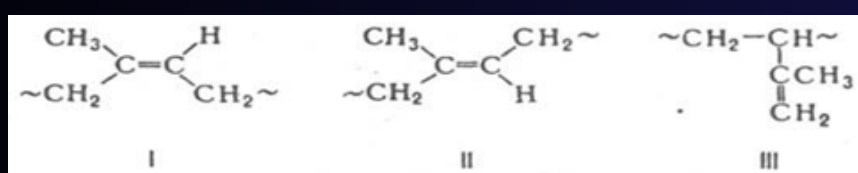
## Задачи

1. Изучить методику подбора рецептуры
2. Создать смеси каучуков на основе СКИ-3, СКД, БНКС-18.
3. Исследовать физико-механические свойства смесей резин, в зависимости от пластификаторов.
4. Провести сравнительный анализ с промышленным аналогом.



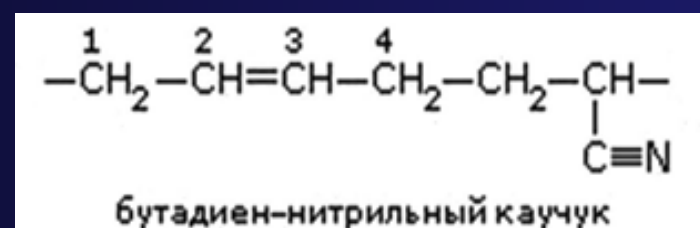
# Объекты исследования:

## СКИ-3



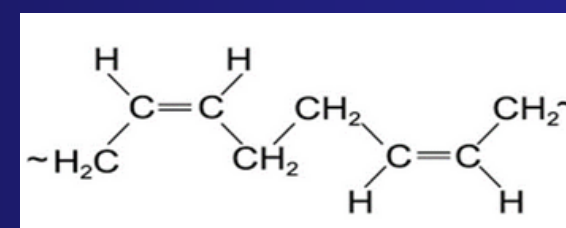
Отвечает за  
подавление  
скорости  
кристаллизации

## БНКС-18



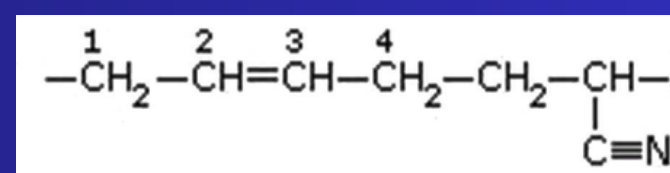
Отвечает за  
стойкость к  
агрессивным  
рабочим средам

## СКД



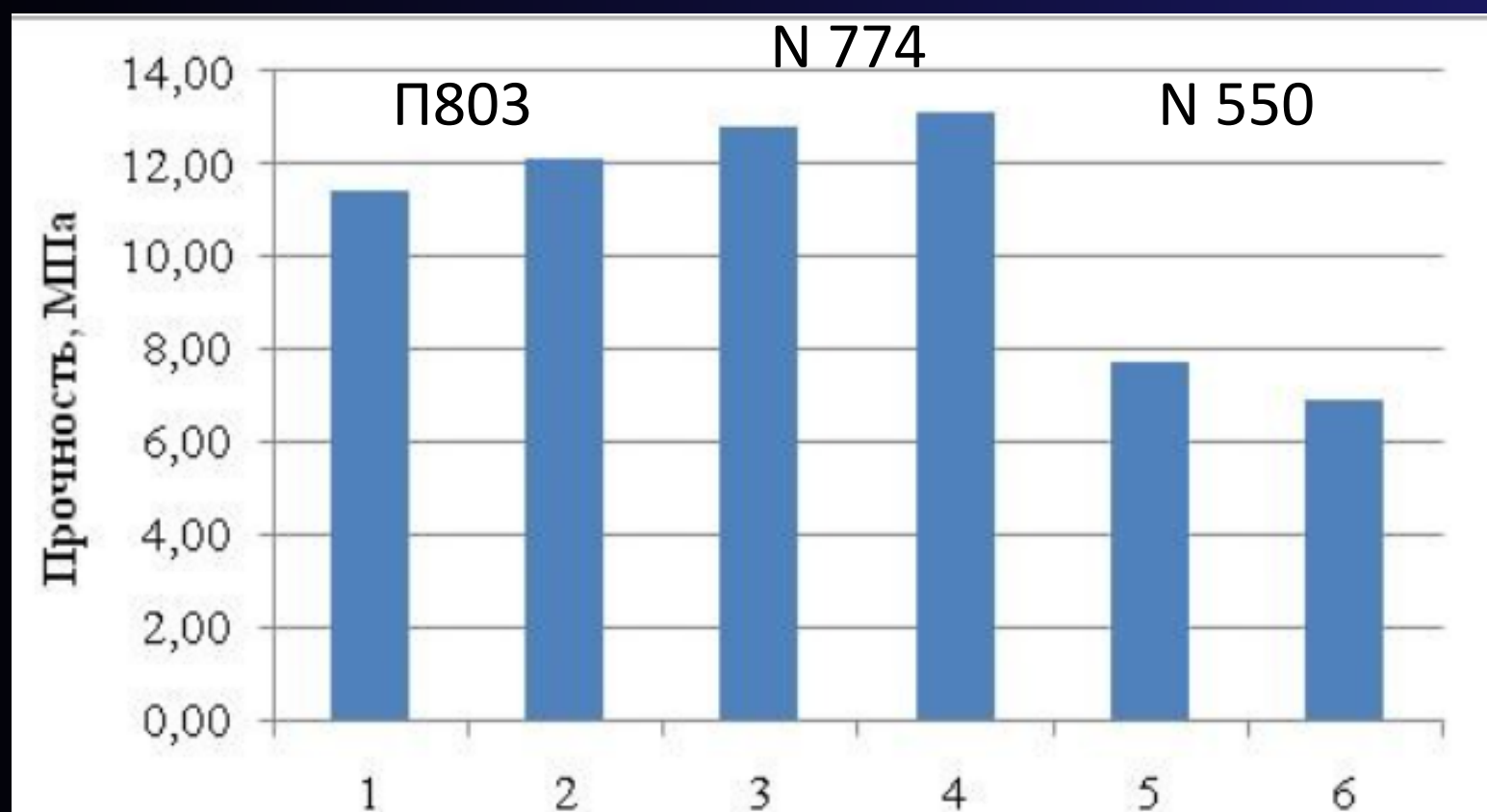
Отвечает за  
морозостойкость

## БНКС-28



Отвечает за  
стойкость в  
углеводородных  
средах

# Замена ингредиентов резины



Условная прочность при разрыве вулканизатов с различными марками ТУ.

<https://yagu.s-vfu.ru/mod/page/view.php?id=26335>

БНКС-28 (ТС= -31,0°C)

БНКС-18 (ТС= -46,6 °С)

СКИ-3 (ТС= -61,0 °С) (ТК = -25 °С)

СКД (ТС< -100,0 °С) (ТК = -55 °С)

БНКС 28 характеризуется улучшенными показателями стойкости в углеводородных средах (до 2-х раз)

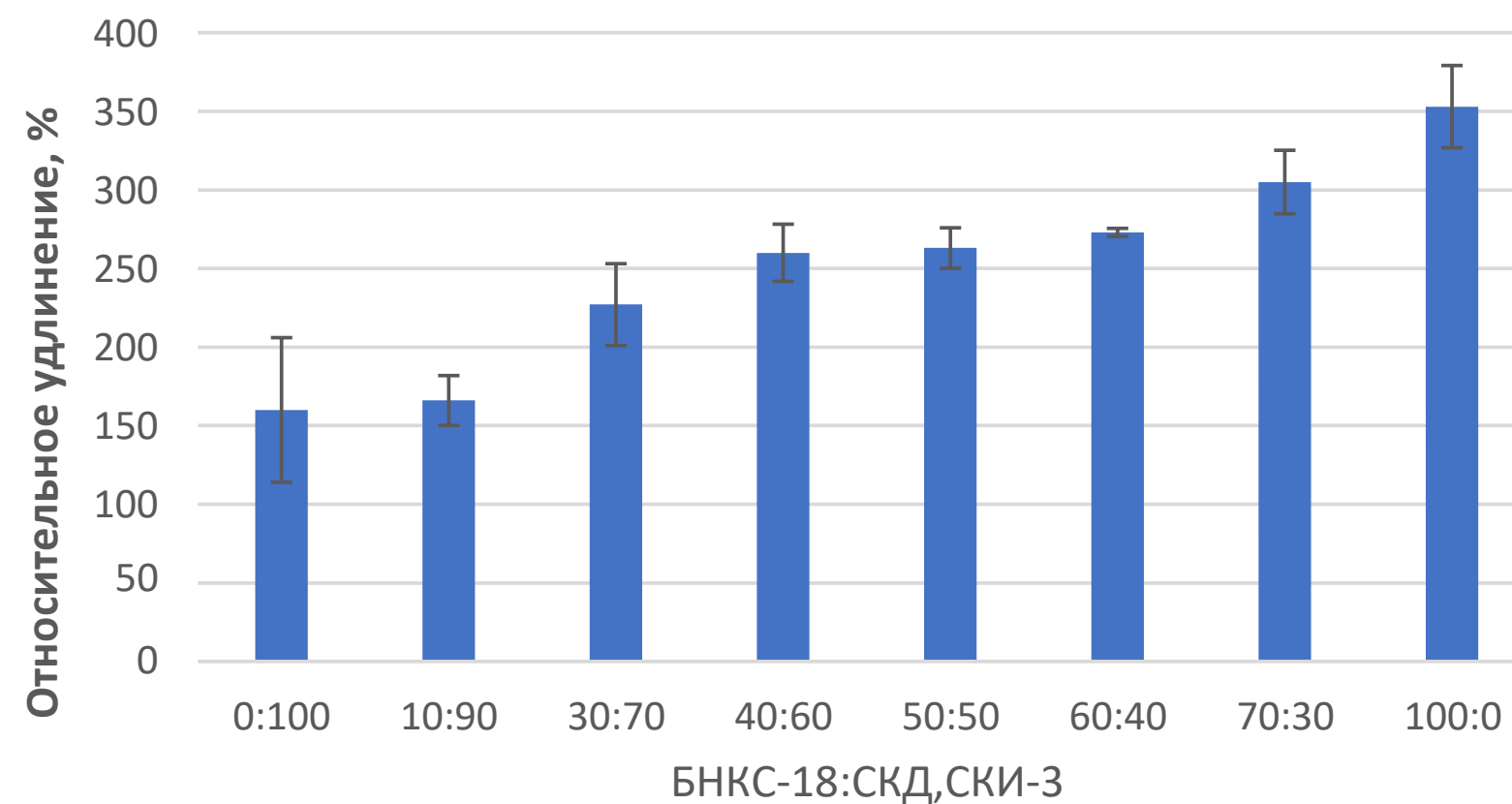
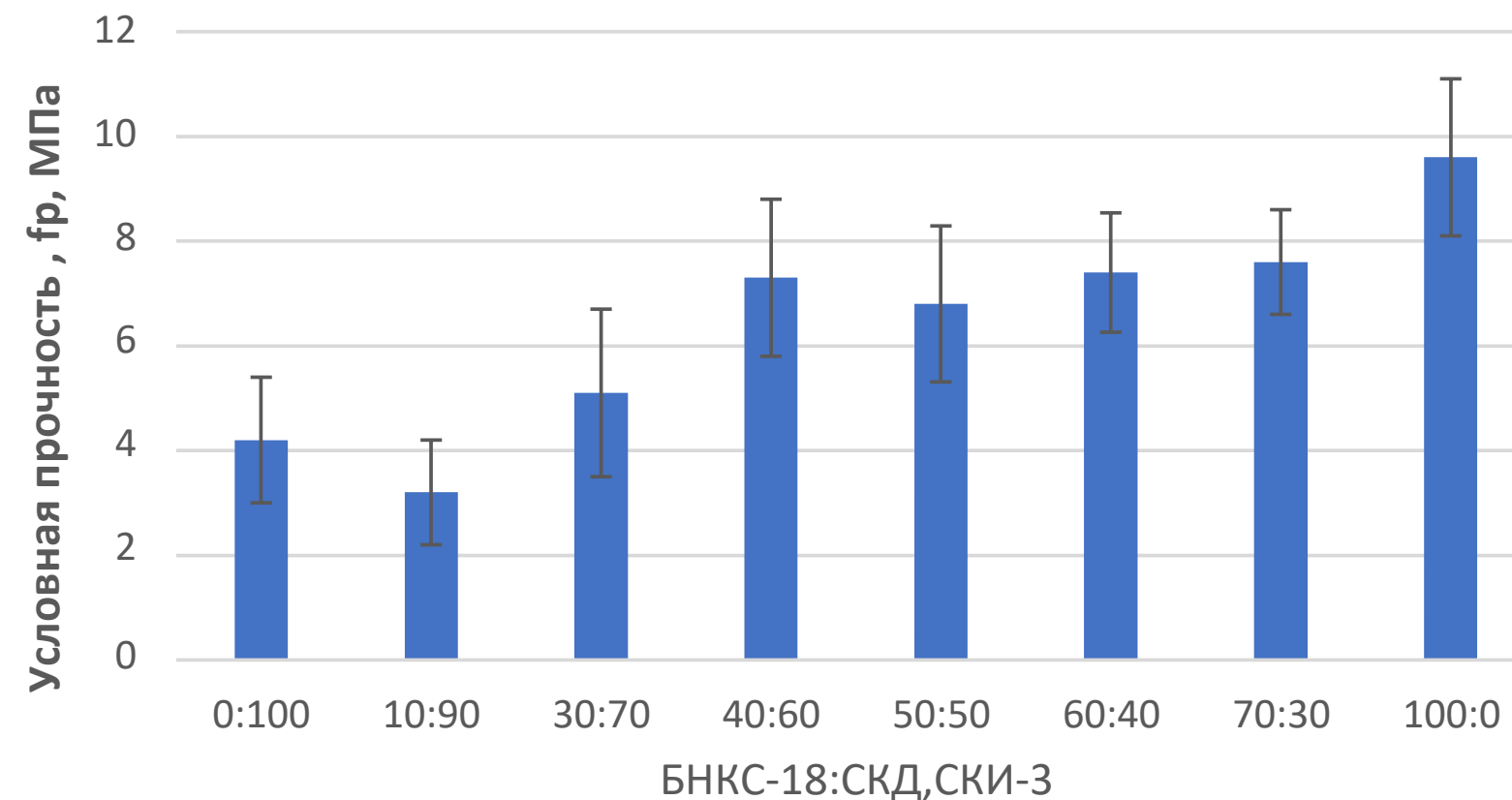
Для улучшения стойкости в агрессивных средах, в рецептуре 30% БНКС-18 было заменено на более стабильный в агрессивных средах БНКС-28

# Соотношения каучука БНКС-18 и смеси на основе каучуков СКД+СКИ-3 (20:80).

Рецептура	1	2	3	4	5	6	7	8
БНКС-18	0	10	30	40	50	60	70	100
СКД+СКИ-3	100	90	70	60	50	40	30	0

Маточная смесь	Масс.ч.	Последовательность введения ингредиентов, мин
БНКС-18	49	0
БНКС-28	21	0
ТУ 774	24	5
ДБС	25	5
Всего	119	15
При смешении	Масс.ч.	Последовательность введения ингредиентов, мин
СКИ-3	6	0
СКД	24	0
ТУ 774	36	2
Сера	0,4	2
Стеариновая кислота	1	5
Оксид цинка	5	6
Сульфенамид Ц	2	6
Морфолин	2	6
Неозон Д	1,5	7
Маточная смесь	119	10
Всего	196,9	15

Соотношение между бутадиеннитрильными и диеновыми каучуками было выбрано 70:30



## Рецептура № 1

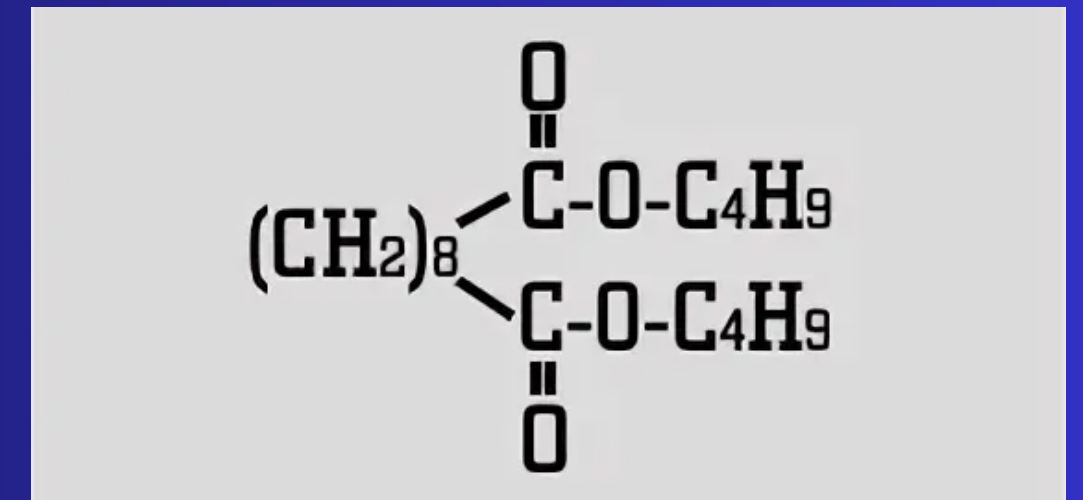
Ингредиенты	(масс. число)
<b>БНКС-18</b>	49
<b>БНКС-26</b>	21
<b>СКИ-3</b>	6
<b>СКД</b>	24
ТУ 774	60
Сера	0,4
Ст.к	1
Оксид цинка	5
Сульфенамид Ц	2
Морфолин	2
Неозод Д	1,5
<b>ДБФ</b>	25

## Рецептура № 2

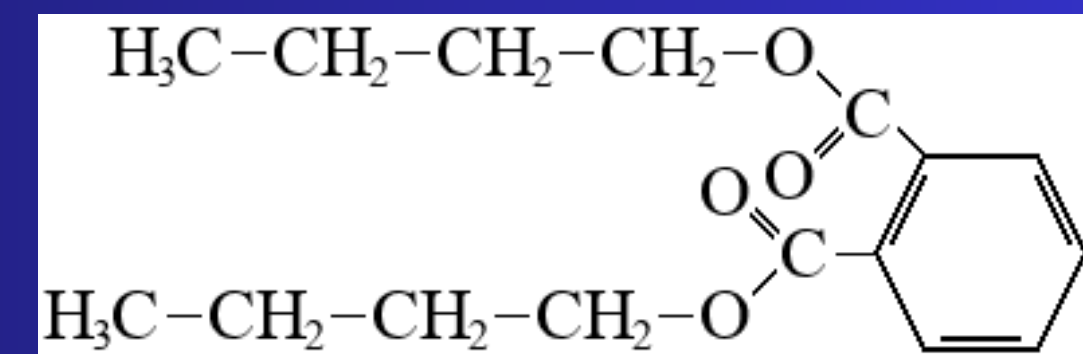
Ингредиенты	(масс. число)
<b>БНКС-18</b>	49
<b>БНКС-26</b>	21
<b>СКИ-3</b>	6
<b>СКД</b>	24
ТУ 774	60
Сера	0,4
Ст.к.	1
Оксид Цинка	5
Сульфенамид Ц	2
Морфолин	2
Неозон Д	1,5
<b>ДБС</b>	25

6

### Дибутилсебацат

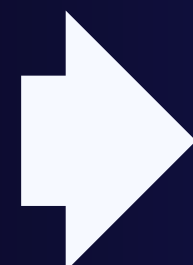


### Дибутилфталат

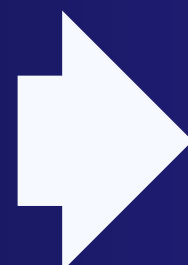


# Технология смешения каучуков

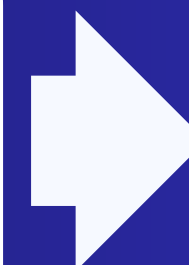
**Маточная смесь на  
основе БНКС-18,  
БНКС-28, ТУ,  
ДБС/ДБФ  
(Brabender, 15мин.,  
40 об/мин., 40°C)**



**Смешение СКИ+СКД  
с другими  
компонентами и  
маточной смесью  
(Brabender, 15мин.,  
40 об/мин., 40°C)**



**Формирование  
образцов  
(Вальцы)**

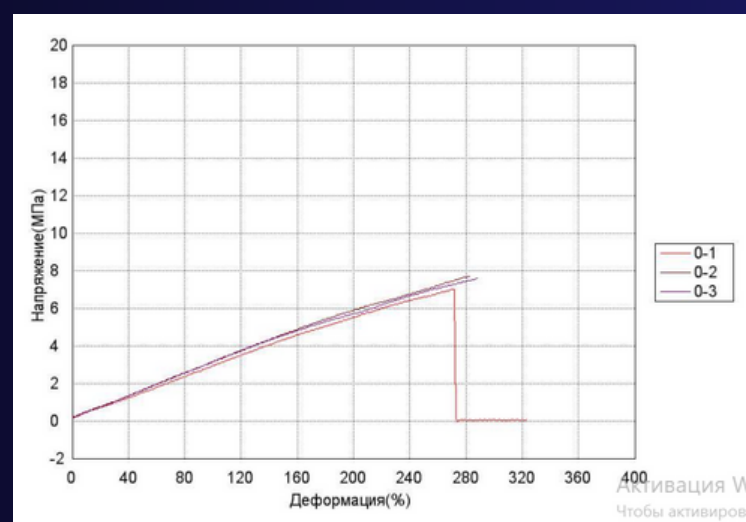
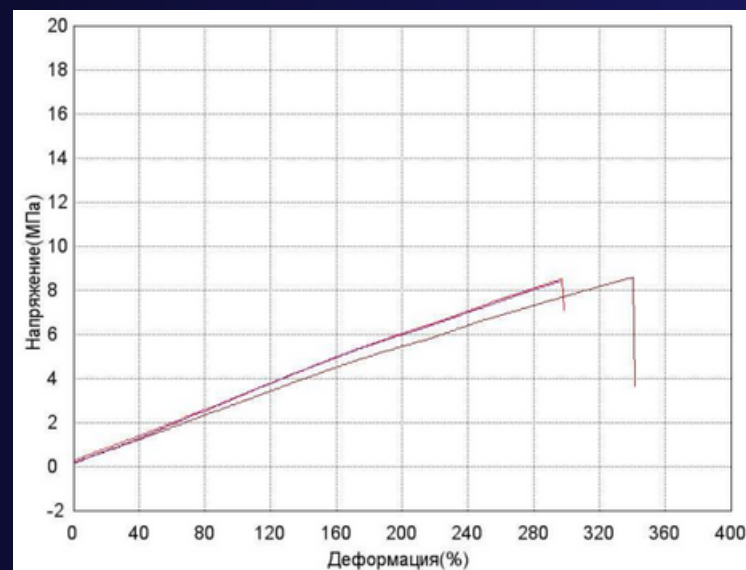


**Вулканизация  
(Пресс, 25мин.,  
150°C)**



# Экспериментальная часть

## 1. Определение условной прочности и удлинения при растяжении на машине SHIMADZU AGS-J



$$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

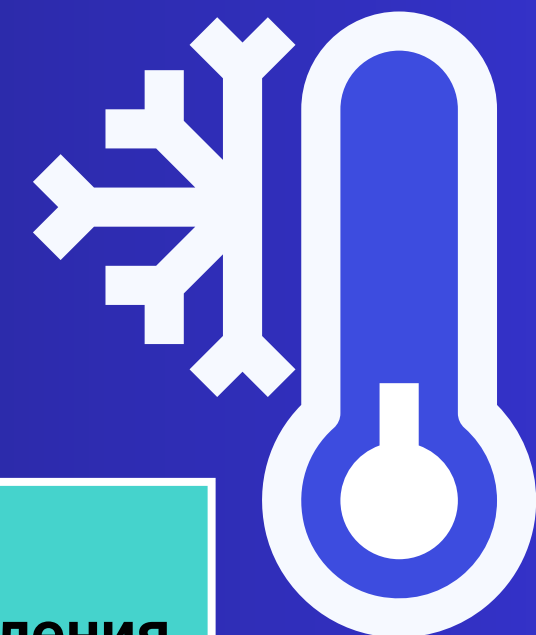
$$f_p = \frac{P_p}{d \cdot b_0}$$

№ рецептуры	Предел прочности растяжения, МПа	Относительное удлинение при разрыве %
Рецептура 1	8.45	310
Рецептура 2	7.58	283

Название	Предел прочности растяжения, МПа	Относительное удлинение при разрыве %
В-14	9.8	215

## 2. Определение морозостойкости резин.

Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 13808-79  
"Метод определения морозостойкости по  
эластическому восстановлению после сжатия"



при  
-55°C

при  
-55°C

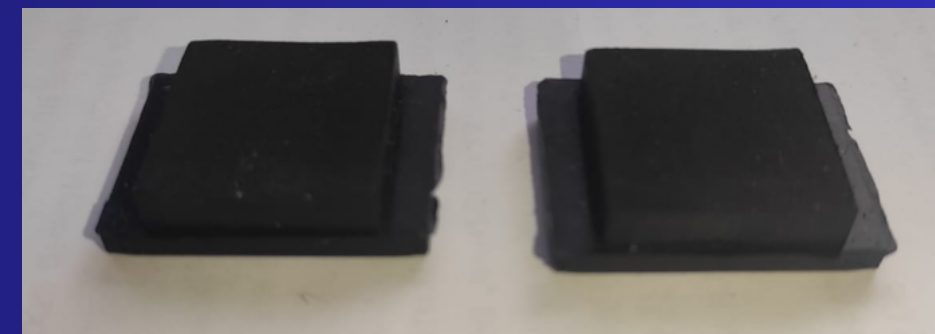
№ рецептуры	Коэффициент восстановления
Рецептура 1	0,36
Рецептура 2	0,3

Название	Коэффициент восстановления
В-14	от 0,3 до 0,4

### 3. Определение стираемости

на машине МИ-2 в  
соответствии  
с ГОСТ 23509-79

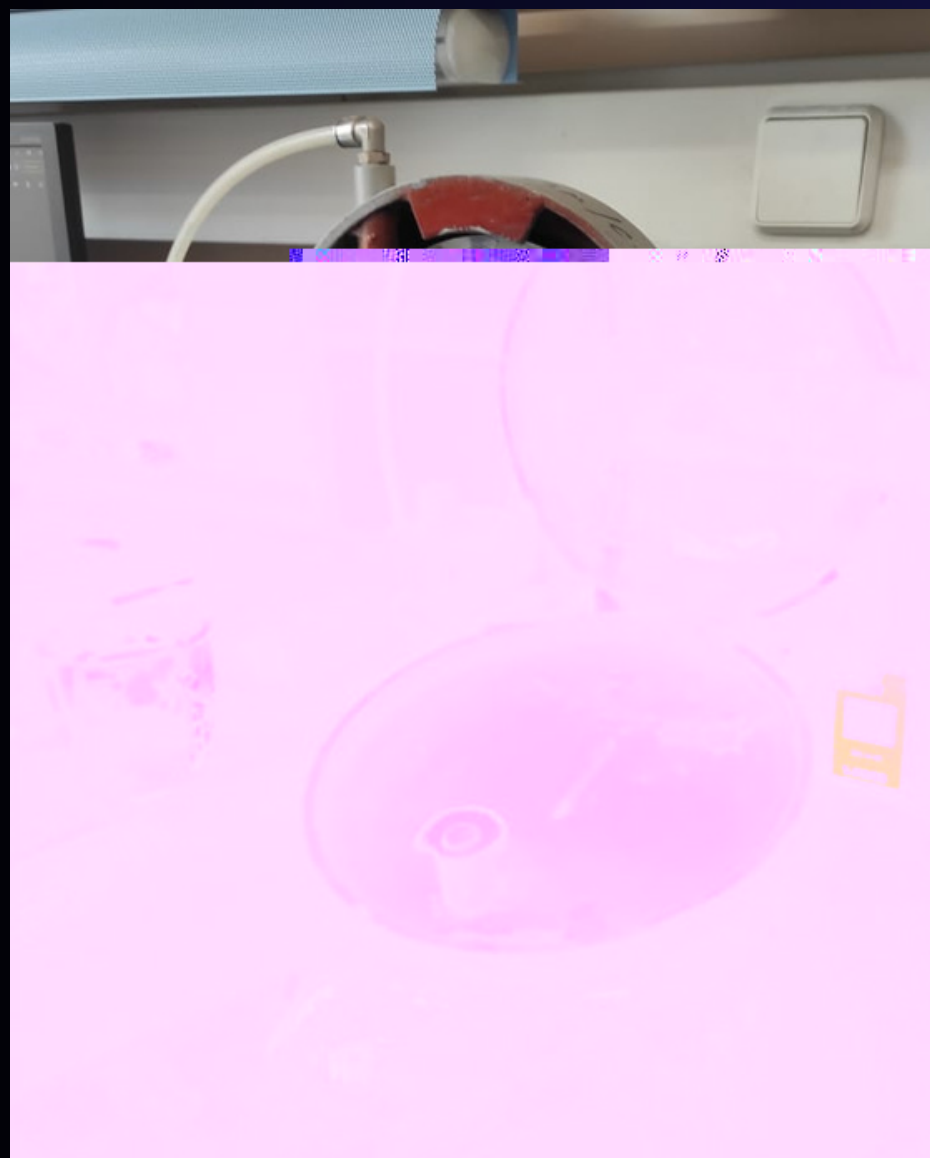
$$\Delta V = \frac{m_1 - m_2}{p}$$



№ рецептуры	Плотность	Стираемость
Рецептура 1	1,147	0,364
Рецептура 2	1,139	0,332

Название	Плотность	Стираемость $m_0 - m/P$
В-14	0,940-1,020	0,183



1. Получены резины на основе смесей каучуков (БНКС-18+ БНКС-28+СКИ-3+СКД)
2. Разработанные материалы превосходят по морозостойкостью и эластичностью по сравнению с аналогом.
3. Обнаружено, что резина с пластификатор ДБС обладает хорошей морозостойкостью, но имеет меньшую износостойкость по сравнению с резиной, содержащего ДБФ.
4. Установлено, что резина с пластификатором ДБС характеризуется повышенными значениями физико-механических свойств.

1. [электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/Каучуки>
2. [электронный ресурс] <https://iter.org.ua/14-kauchuk-istoriya-otkrytiya-stroeniesvojstva-vidy>
3. [электронный ресурс] <http://plastweb.ru/kauchuk-svoystva-i-oblasti-primeneniya/>
4. [электронный ресурс] <https://shareslide.ru/himiya/prezentatsiya-po-himii-kauchuki10-klass>
5. Технология эластомерных композиций : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Ж. С. Шашок, К. В. Вишнеvский. – Минск : БГТУ, 2014. – 100 с.
6. Dissertatsiya\_Mukhin-VV.pdf
7. primenenie-prirodnih-tseolitov-pri-sozdanii-morozostoykih-rezin-uplotnitelnogo-naznacheniya.pdf



**Спасибо за внимание!**