

4. Опыт перехода очистными механизированными комплексами геологических нарушений // Уголь. — 1975. — № 5. — С. 29-31.
5. Проведение и эксплуатация горизонтальных горных выработок на шахтах с крутым и наклонным залеганием угольных пластов / Гребенкин С.С., Янко С.В., Булат А.Ф., Бондаренко В.И., Доронин А.Д., Ильин А.И., Керкез С.Д., Касьян Н.Н., Перепелица В.Г., Пивень Ю.А., Стеблин В.В., Теросипов В.М., Ширин Л.Н. — Донецк: Регион, 2001. — 408 с.

УДК 678.4.063; 678.04; 678.049.37; 678.067

Політікова Л.Г., Загорський М.В., Лещенко В.І.,  
Чумічева Н.П.

## ВИКОРИСТАННЯ МАСЛА ПН-101/1 В ГУМОВИХ СУМІШАХ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НЕФОРМОВИХ ГТВ

Проведено дослідження високоароматизованого масла українського виробництва марки ПН-101/1 в гумах на основі еластомерів різної хімічної природи. Установлено оптимальні його дозування у складі гумових сумішей для виготовлення ГТВ за неформовою технологією.

### USE OF OIL ПН-101/1 IN RUBBER STOCKS FOR MANUFACTURE OF NOT MOULDED RUBBER-ENGINEERING ARTICLES

The examinations of high-aromatic oil of the Ukrainian production of the mark ПН-101/1 in composition of gums are lead on the basis of elastomers of a various chemical nature.

В процесі виготовлення ГТВ часто виникає потреба заміни деяких інгредієнтів в складі гумових сумішей без погіршення властивостей вулканізаторів. Аналіз літературних даних свідчить, що на поточний момент існує проблема заміни високоароматичного масла ПН-6ш у зв'язку з відсутністю його виробництва в Україні. За останні роки в Україні були розроблені нові масла марок ПНВ-1 і ПН-101, що дозволило здійснити заміну масла ПН-6ш в гумах, які використовують у шинному виробництві. Попереднє випробування в УНДКПТІ “ДІНТЕМ” масла ПНВ-1 в сумішах для виготовлення ГТВ за неформовою технологією показало незадовільні результати його застосування в гумах на основі еластомерів ароматичної природи. Дослідження масла марки ПН-101/1 у складі сумішей для виготовлення ГТВ не проводили.

З літератури відомо, що вибір пластифікатора для гум обумовлюється типом еластомера, заданими характеристиками вулканізатору, експлуатаційними властивостями ГТВ і технологічністю гумових сумішей. Природа еластомеру і пластифікатора впливає на технологічні властивості гумових сумішей і пружньо-міцнісні характеристики вулканізаторів. Масла ароматичної природи забезпечують отримання гум з підвищеними міцнісними показниками, а парафіно-нафтонові вуглеводні — з покращеними еластичними властивостями. Масла цієї природи в гумових сумішах виявляють більш пом'якшуючу дію, ніж ароматичні [1].

Обов'язковою умовою, яка визначає можливість практичного використання масел, становить їх сумісність з полімером [2]. Природа полімеру і пластифікатора обумовлюють швидкість зміни властивостей ком-

позиції. Чим гірше сумісність компонентів, тим більше ступінь зниження фізико-механічних характеристик. На властивості сумішей і вулканізатів впливає також вміст пластифікатора. Підвищення його концентрації призводить до розбавлення системи, зниження міцностних і в'язкісних характеристик сумішей. З цих причин неможливо виконувати пряму заміну в серійних рецептурах пластифікатора, тип і вміст якого визначено при створенні рецептури, на масло іншого типу без проведення відповідних досліджень по його впливу на комплекс властивостей гум.

Наступна робота направлена на поширення використання нового вітчизняного пластифікатора марки ПН-101/1 в виробництво ГТВ.

За даними нормативної документації і літератури [1-4] проведено попередній аналіз властивостей масла ПН-101/1 в порівнянні з характеристиками основних серійних пластифікаторів, які найбільше розповсюджені в гумовій промисловості. Характеристики пластифікаторів, що досліджували, показано в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика масел, що випробували

№	Найменування показника	Норма		
		ПН-6ш	ПН-101/1	І-8А (І-Л-А-10)
1.	Щільність при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , в межах	950-970	975-1020	н/б 880
2.	В'язкість кінематична при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с	35-40	18-32	9-11
3.	Температура застигання, °С, не вище	36	30	мінус 15
4.	Температура спалаху, °С, не нижче	230	220	150
5.	Анілінова точка, °С, не вище	55-67	35	-
6.	Вміст сірки, %, не більше	-	2,9	1,1
7.	Вміст фурфуролу, %	-	відсутнє	-
8.	Вміст фенолу и крезолу, %, не більше	-	0.01	-
9.	Вміст води	-	сліди	-
10.	Вміст механічних домішок, %	відсутність		-
11.	Втрата маси після прогрівання (10 хв×180 °С), %	0,14-0,2	-	-
12.	Стійкість при зберіганні	висока	-	-
13.	Груповий хімічний склад:			
13.1	парафіно-нафтонові вуглеводні, %, не більше	12	14	-
13.2	ароматичні вуглеводні, %:			
	легкі	18-20*	-	-
	середні	55-65*	-	-
	важкі	-	-	-
13.3	смоли, %, не більше	4	8	3

Дані табл. 1 свідчать, що найменшою в'язкістю з аналізованих пластифікаторів характеризується масло марки І-8А, яке містить у своєму складі парафіно-нафтонові вуглеводні. Цей пластифікатор забезпечує гумовим сумішам більшу пластичність, а вулканітатам меншу твердість, більшу еластичність і переважно використовується в основному в гумах на основі еластомерів аліфатичної природи, та також етилен-пропіленових сополімерів.

\* Показники наведені в [3] і стандартом не нормуються.

Пластифікатор ПН-6ш відноситься до масел з підвищеним вмістом ароматичної складової, що підтверджується даними, наведеними в [3], і значенням показника анілінової точки. Цей пластифікатор характеризується високою температурою застигання, тому його використання супроводжується певними труднощами в процесі серійного виробництва ГТВ.

В технічних умовах на нове масло ПН-101/1 не вказано вміст ароматичних вуглеводнів (див. табл. 2). Більш низьке значення його анілінової точки ніж у масла ПН-6ш свідчить про більший вміст ароматики. При цьому масло ПН-101/1 має меншу в'язкість. З цієї причини вплив масла ПН-101/1 на технологічні властивості сумішей і міцнісні характеристики вулканізаців може відрізнитися від дії масла ПН-6ш. Досить висока температура застигання нового пластифікатора повинна спричинити ті ж самі труднощі, що й при використанні масла ПН-6ш: утруднення при зважуванні в холодну пору року за відсутністю спеціального обігріву емностей і дозаторів.

Відсутність відомостей з якісного і кількісного вмісту ароматичних фракцій в маслі ПН-101/1 спричинило необхідність проведення спеціальних досліджень. Порівняльні дослідження масел типу ПН-6ш і ПН-101/1 виконували за допомогою метода ІЧ-спектроскопії. Ідентифікацію масел проводили по ІЧ-спектрам поглинання, які отримано за допомогою «SPECORD 75 IR». Спектрограми знімали на зразках масел у вигляді тонкого шару, який утворювався між пластинками NaCl. Результати аналізу спектрограм наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Порівняльні ІЧ-спектри масел ПН-101/1 і ПН-6

Найменування масла	Частота ІЧ поглинання в області випромінювання 400-4000 см <sup>-1</sup>								
	3200-3400	1600	1500	1460-1440	1380	1020	870	810	735-720
ПН-6	3200-3400	1600	1500	1460-1440	1380	1020	870	810	735-720
ПН-101/1	3200-3400	1600	1500	1460-1440	1380	1020	870	810	735-720

Дані табл. 2 свідчать, що по ІЧ-спектрам поглинання в межах 400-4000 см<sup>-1</sup> досліджені масла ідентичні. Вміст ароматики може відрізнитися не більше ніж на ~2%. Масло ПН-101/1 більше очищене, ніж ПН-6ш. Таким чином отримані результати підтверджують, що масло ПН-101/1 відноситься до пластифікаторів з високим вмістом ароматичних вуглеводнів.

Подальші роботи були направлені на дослідження можливості використання масла ПН-101/1 в гумах на основі еластомерів різної хімічної природи і визначення оптимального співвідношення компонентів в сумішах для виготовлення ГТВ за неформовою технологією.

Випробування проводили в гумах на основі каучуків СКЕПТ-40(50), СКМС-30АРКМ-15 і комбінації СКІ-3 з СКД. Для випробувань обрано рецептури, які використовують при виготовленні ГТВ за неформовою технологією. Основними вимогами до таких сумі-

шеї являються збереження необхідного рівня показників пружньо-міцностних характеристик вулканізаторів і технологічних властивостей гумових сумішей (пластичність, в'язкість, каркасність), а також відсутність міграції масел на поверхню виробів. Масло ПН-101/1 використовували в складі гумових сумішей замість серійного масла у співвідношенні: 1:1; 1:0,8; 1:0,7.

Технологічні властивості гумових сумішей оцінювали в процесі їх виготовлення на змішувальному обладнанні (вальці, гумозмішувачі), а також переробці на машинах шнекового типу. Крім цього визначали в'язкість гумових сумішей за Муні (ГОСТ 10722-76) і кінетичні параметри вулканізації на вулкаметрі типу Монсанто (ГОСТ 12535-84). Результати випробувань гумових сумішей з різними пластифікаторами і вплив останніх на в'язкість, технологічність і кінетичні характеристики вулканізації представлено в табл. 3.

Таблиця 3 – В'язко-пружні властивості гумових сумішей

Об'єкти дослідження			В'язкість за Муні $M_{(1+4)}(100^{\circ}\text{C})$	Вулканізаційні характеристики (151 °С)				Технологічні властивості при профілюванні
Тип еластомеру	Масло			Мінімальний крутильний момент, $M_L$ , дН·м	Максимальний крутильний момент, $M_n$ , дН·м	Час початку вулканізації, $t_s$ , хв	Оптиміальний час вулканізації, $T_{90}$ , хв	
	СКІ-3 + СКД	ПН-6	1					59,0
1:1			51,1	8,3	36,0	7,01	9,49	задовільно
ПН-101/1		1:0,8	55,0	8,7	37,6	7,17	9,57	добре
		1:0,7	56,1	9,0	38,8	7,22	9,59	добре
		1:1	54,1	7,9	35,9	6,59	9,58	задовільно
I-8A		1:0,8	56,5	8,3	37,5	6,41	9,46	добре
		1:0,7	58,5	9,0	38,5	6,30	9,45	добре
СКМС-30АРК М-15	ПН-6	1	59,2	6,1	27,1	3,49	11,08	добре
		1:1	48,4	5,8	26,5	3,10	11,28	задовільно
	ПН-101/1	1:0,8	60,2	7,2	30,7	3,02	12,29	добре
		1:0,7	62,0	8,8	32,3	3,20	12,40	добре
		1:1	49,0	5,9	28,2	3,16	10,14	незадовільно
	I-8A	1:0,8	64,9	7,2	30,7	3,11	10,14	задовільно
		1	32,2	3,4	34,6	5,29	42,20	добре
СКЕПТ-40(50)	ПН-101/1	1:1	43,4	4,6	37,2	5,10	37,33	незадовільно
		1:0,8	56,8	5,7	39,9	4,43	35,14	незадовільно

Фізико-механічні властивості вулканізаторів визначали за показниками, які передбачено нормативною документацією на ГТВ. Перевірка гум на відповідність технічним умовам проводили за стандартними методами. Отримані результати наведені в табл. 4.

Аналіз вулкаметричних характеристик (табл. 3) свідчить, що тип і вміст досліджених пластифікаторів в вивченому діапазоні суттєво не впливають на кінетику вулканізації гумових сумішей ( $t_s$ ,  $T_{90}$ ) на основі СКМС-30 АРКМ-15 і комбінації СКІ-3 + СКД. Заміна в цих композиціях серійного масла ПН-6ш на ПН-101/1 і I-8A в співвідношенні 1:1

знижує в'язкість і погіршує їх технологічні властивості. Зниження вмісту масел до 0,7 і 0,8 частин дозволяє отримати суміші з в'язкістю наближеною до серійної. Ці результати підтверджено результатами випробувань гум на вулкатетрі значенням показника ML. Гумові суміші з таким вмістом досліджених пластифікаторів мають кращу здатність до профілювання на шнековій машині. Виготовлені профілі добре зберігають форму, мають глянцеvu поверхню. Міграцію масел на поверхню профілів і ГТВ в процесі довготривалого спостереження не виявлено.

Таблиця 4 – Фізико-механічні властивості вулканізаторів

Об'єкт дослідження			Умовна міцність при розтягу, МПа	Відносна подовження при розриві, %	Твердість, од. по Шору А	Залишкова деформація після старіння в повітрі при 70°С×24 г і стиску (20±3)%, %	Зміна показника після старіння в повітрі при 100°С×24 г, %		ТГК °С
Тип еластомеру	Масло						Умовна міцність, %	Твердість, ум. од.	
	Тип	Вміст	не менше 12	не менше 300	65±5	не більше 20	–	–	–
СКІ-3+ СҚД	ПН-6	1	18,3	450	62	15	–	–	–
		1:1	16,6	510	60	13	–	–	–
		1:0.8	17,4	490	62	13	–	–	–
	I-8A	1:0.7	20,1	480	65	13	–	–	–
		1:1	17,4	470	59	15	–	–	–
		1:0.8	16,9	480	60	15	–	–	–
1:0.7	16,4	470	61	14	–	–	–	–	
Норма за ТУ			не менше 40	не менше 300	50÷65	–	-5÷50	-5÷10	не вище (-50)
СКМС-30АРКМ-15	ПН-6	1	58	450	60	–	11	2	-50
		1:1	71	490	58	–	16	3	-53
		1:0.8	72	480	59	–	15	2	-52
	I-8A	1:0.7	74	460	61	–	14	2	-50
		1:1	61	340	59	–	25	4	-54
		1:0.8	60	320	62	–	19	7	-50
Норма за ТУ			не менше 50	не менше 200	60÷75	–	-20÷50 при 125×24 г		не вище (-45)
СКЕПТ-40 (50)	I-8A	1	75	240	65	–	47	–	-45
		1:1	92	470	68	–	9	–	-45
	ПН-101/1	1:0.8	101	370	74	–	9	–	-45

Використання пластифікатора ПН-101/1 замість I-8A в композиції на основі СКЕПТ-40(50) призводить до погіршення її технологічних властивостей. Гумова суміш відрізняється зниженою когезійною міцністю, що є причиною розриву тонких кромок профілю в процесі його екструзії. Крім цього, профілі в перерізі мають розгалужену структуру.

Дослідження вулканізаторів (табл. 4) показали, що заміна в рецептурі на основі комбінації СКІ-3 з СҚД серійного пластифікатора ПН-6ш на ПН-101/1 і I-8A в діапазоні доз (1:1)÷(1:0,7) не виявляє суттєвого впливу на їх фізико-механічні властивості. Деякі закладки гум, що місти-

ли ПН-101/1 в дозуванні (1:0.7), мали вище значення твердості, ніж вулканізати з ПН-6.

Аналогічні результати отримані при випробуванні нового пластифікатора в гумах на основі СКМС-30 АРКМ-15. При цьому було показано, що вулканізати з пластифікатором ПН-101/1 характеризуються підвищеними значеннями умовної міцності і відносного подовження, а також кращим рівнем ТГК (температурна границя крихкості). Використання масла І-8А в гумах цього складу знижує пружньо-міцнісні властивості вулканізату.

Введення масла ПН-101/1 замість серійного марки І-8А в гуми на основі СКЕПТ-40(50) дозволяє отримати композиції з задовільними міцнісними властивостями. Однак, використання ПН-101/1 в них не доцільно, тому що, як показано вище, отримані гумові суміші не відповідають вимогам виробництва по їх переробці за неформовою технологією.

Таким чином, виконані дослідження свідчать про можливу заміну високоароматичного пластифікатора ПН-6ш в серійних гумах на основі СКМС-30АРКМ-15 і комбінації СКІ-3 з СКД на масло вітчизняного виробництва типу ПН-101/1. Встановлено, що оптимальне співвідношення цих компонентів при заміні складає 1:0,8. Таку заміну рекомендовано проводити у сумішах, які використовують для випуску ГТВ за неформовою технологією.

#### СИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ТУ У 22340203.017-2000. Пластифікатор нефтяної ПН-101.
2. Справочник резинщика. Материалы резинового производства. —М.: Химия, 1971. —446 с.
3. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочное издание. —М.: Химия, 1989. —221 с.
4. Справочник. Терминологический справочник по резине / Махлис Ф.А., Федюкин Д.Л. —М.: Химия, 1989. —380 с.