

А. С. Москалев, канд. техн. наук, доц.,
Ю. Ф. Шутин, д-р техн. наук, проф.
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ», г. Воронеж, Российская Федерация)

ПРИМЕНЕНИЕ БУТИЛРЕГЕНЕРАТА В РЕЗИНАХ ВОДОНАБУХАЮЩИХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ

Для гидроизоляции стыков сборных железобетонных конструкций, «холодных швов» при бетонировании, при строительстве тоннелей, для уплотнения мест вывода коммуникаций и т. п. применяют эластомеры, характеризующиеся высокой водонабухающей способностью [1]. В условиях экономических санкций со стороны стран ЕЭС, США и их союзников возникла проблема обеспечения российского рынка водонабухающими эластомерными материалами (ВЭМ) с высокими технологическими и эксплуатационными показателями.

При разработке высоконаполненных эластомерных материалов, включающих различные типы каучуков, наполнителей, модификаторов, технологических добавок и др. необходимо обеспечить равномерность распределения компонентов по всему объему материала и исключить их вымывание в процессе эксплуатации. При разработке водонабухающих материалов следует учитывать, что увеличение сорбционной емкости полимерного композита приводит к ухудшению упруго-прочностных свойств материала. Поэтому актуальной научно-технической задачей является выбор оптимального состава композиций и параметров технологических процессов, обеспечивающих получение водонабухающих эластомерных материалов с высоким комплексом технологических и эксплуатационных показателей.

Предложено производить ВЭМ на основе отходов шинной промышленности (регенерат бутилкаучука) и легкодоступных дешевых наполнителей, которые добываются в Воронежской области, что позволит снизить затраты на транспортировку, а также снизить себестоимость и, соответственно, рыночную стоимость ВЭМ. Использование в составе эластомера регенерата бутилкаучука помимо экономической целесообразности, имеет огромное экологическое значение, позволяя снизить объем промышленных отходов и тем самым улучшить экологическую обстановку.

В рецептуре в качестве полимерной основы композитов использовали регенерат на основе бутилкаучука БК-1675 (ТУ 2294-021-4815-8319-2012), полученный при обработке ионизирующим излуче-

нием – ускоренными электронами [3], в качестве водопоглощающей добавки использовали бентонит марки П1Т2 производства АО «Журавский охровый завод» (Воронежская область) (ГОСТ 280177-89) и бентонит марки П1Т1 производства ООО «АзРосПромИнвест» Даш-Салахлинского месторождения (ГОСТ 28-177-89) (Азбентонит), а также водонабухающую добавку на основе полиакриламида Полифлок (ТУ 2414-002-74301823-2007).

Для активации бентонита использовали комбинацию хлорида натрия (ГОСТ Р 51574-2018), карбоната натрия (ГОСТ 5100-85) [3]. В качестве наполнителя использовали белую сажу марки БС-100 (ГОСТ 18307-78). В качестве диспергатора компонентов использовали технологическую добавку ТАД-КЦ (ТУ 20.59.56-004-31273447-2023). Рецептуры резиновых смесей приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Рецептуры резиновых смесей

Шифр	Компоненты	Содержание, мас. ч.
БРЖ100-20	Каучук БК-1675	50
	Бутилрегенерат	50
	Азбентонит	100
	Технологическая добавка ТАД-КЦ	5
	Белая сажа Б-120	10
	Полиакриламид (ПАА)	20
БРА100-20	Каучук БК-1675	50
	Бутилрегенерат	50
	Бентонит производства АО «Журавский охровый завод» марки П1Т2, активированный NaCl и Na ₂ CO ₃	100
	Технологическая добавка ТАД-КЦ	5
	Белая сажа	10
	Полиакриламид (ПАА)	20

Эластомерные композиции изготавливали на вальцах ЛБ 320 160/160 с фрикцией 1:1,14 при температуре 60–70°С. Образцы водонабухающих эластомерных материалов вырубали из листов резиновой смеси штанцевым ножом в виде лопаток.

Регенераты, получаемые при переработке резинотехнических изделий, на сегодняшний день являются наиболее востребованными видами вторичного сырья. В работе проводили двухступенчатую механообработку бутилрегенерата (резиносмеситель совместно с вальцами) для достижения необходимых технологических свойств. Был подобран режим, позволяющий получить показатель вязкости по Муни, обеспечивающий удовлетворительные условия

смешения и равномерное распределение компонентов в получаемой композиции. Были изготовлены эластомерные композиции на основе бутилрегенерата с использованием активированных бентонитов и полиакриламида. Их показатели вязкости по Муни представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели вязкости по Муни водонабухающих материалов на основе различных добавок

Образец	Вязкость по Муни, усл. ед.
БРЖ100-20	74
БРА100-20	65

Начальная вязкость бутилрегенерата составляла 48 единиц. Смешение регенерата с большим количеством бентонита закономерно привело к увеличению вязкости, поэтому в композицию также добавляли технологические добавки, снижающие вязкость и улучшающие переработку.

В итоге получены композиции с довольно высокой вязкостью по Муни 65 и 74 единицы, что, тем не менее, позволяет получить из них образцы с необходимыми технологическими свойствами.

Была проведена оценка максимальной степени набухания образцов в пресной и минерализованной воде и изучена кинетика водопоглощения в течение 168 ч (таблица 3).

Введение бентонита Журавского месторождения обеспечивает максимальную степень набухания образцов в течение 72–96 ч, а Азбентонита – за 24–72 ч с последующим увеличением степени набухания в зависимости от состава композиций. Отмечено, что образцы на основе Азбентонита имеют более высокую набухающую способность.

Максимальная скорость набухания отмечалась в первые 12 ч для образцов БРЖ100-20 и в течение 6 ч для образцов БРА100-20.

Для образцов БРЖ100-20 максимальная степень набухания составила 70%, БРА100-20 – достигала 105%.

Таблица 3 – Степень набухания образцов ВЭМ

Время, ч	Степень набухания, %/ образец			
	пресная вода		минерализованная вода	
	образец БР-БЖ100-ПАА20	образец БР-АБ100-ПАА20	образец БР-БЖ100-ПАА20	образец БР-АБ100-ПАА20
1	2	3	4	5
0,5	2,15	8,09	1,66	4,00
1	3,04	11,90	2,53	5,90
2	4,74	17,70	3,80	9,72

Продолжение таблицы 3

3	6,17	23,42	5,14	11,83
4	6,94	28,30	5,90	14,48
1	2	3	4	5
5	8,64	31,37	6,72	17,21
6	9,59	35,18	7,52	18,81
24	20,23	70,54	15,21	40,17
48	26,82	87,00	20,69	51,00
96	30,50	102,23	24,70	61,46
120	32,78	102,74	26,69	62,85
144	33,19	107,99	27,26	67,83
168	34,36	105,90	28,06	69,29

Таким образом, предложенные технологические решения производства водонабухающих эластомерных материалов позволяют получить конкурентоспособную продукцию из доступного сырья и снизить отходы полимерных материалов, что окажет благоприятное влияние на экологическую обстановку в регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малбиев С. А., Горшков В. К., Разговоров П. Б. Полимеры в строительстве: учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2008 – 456 с.
2. Mathematical modeling of the thermomechanical destruction process of elastomers treated with ionizing radiation / A. K. Pogodaev, S. G. Tikhomirov, O. V. Karmanova [et al.] // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2019. – Vol. 54, No. 5. – P. 902–908.
3. Эластомерные невулканизованные гидроизоляционные материалы строительного назначения / О. В. Карманова, А. С. Москалев, Ю. Ф. Шутилин, Л. А. Власова // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 4. – С. 228–232.