

Основными составляющими неотверждаемых герметиков являются каучук, наполнитель и пластификатор. Используя только эти три компонента в определенных соотношениях можно получить неотверждаемые герметики способные эксплуатироваться в реальных условиях. Как правило, качественные характеристики герметизирующих композиций определяются природой используемого полимера. В качестве полимерной основы неотверждаемых герметиков обычно применяется бутилкаучук, полиизобутилен, этиленпропилендиеновый каучук (СКЭПТ). Неотверждаемые герметики на основе СКЭПТ характеризуются высокой стойкостью к озонному и тепловому старению, к действию концентрированных кислот и щелочей, повышенной стойкостью к набуханию в воде и отличными диэлектрическими показателями [1]. Большое влияние на свойства композиции, кроме эластомера, также оказывают наполнители. При разработке высоконаполненных составов, где содержание наполнителя превышает содержание эластомера как минимум в два раза, оценка их воздействия представляется особенно важным. В настоящее время исследований посвященных высоконаполненным герметизирующим материалам на основе СКЭПТ известно не много [2]. Тем не менее, подобные составы востребованы в строительстве, в частности, для герметизации: - стыков в крупнопанельном и крупноблочном домостроении; - кромок клеевого шва при склеивании полотен из рулонных кровельных гидроизоляционных эластомерных материалов; - при устройстве примыканий к вертикальным плоскостям. Кроме того, такие герметики находят применение в машиностроении и в производстве холодильного оборудования. Основным преимуществом высоконаполненных герметиков является их невысокая стоимость, так как, в их составе используется недорогие наполнители, например, природный мел. При повышении содержания наполнителя, для сохранения необходимой технологичности герметиков, пропорционально содержанию наполнителя необходимо увеличивать количество пластификатора. В неотверждаемых герметиках используются различные пластификаторы, которые также оказывают существенное влияние на их свойства. Как правило, наиболее широко используемыми для неотверждаемых герметиков на основе неполярных эластомеров являются парафиновые, парафино-нафтеновые (например, индустриальное масло марки И-8а) и ароматические пластификаторы с парафино-нафтеновыми фрагментами (например, масло марки ПН-6Ш). Целью данной работы была оценка влияния наполнителя и пластификатора на свойства высоконаполненных неотверждаемых герметиков на основе СКЭПТ. Неотверждаемые герметики получали на пластикордере «Brabender», при скорости вращения роторов 60 об/мин при температуре 80°C, в течение 6 мин. Использовали этиленпропилендиеновый каучук марки СКЭПТ-50 (производства ОАО «Нижекамскнефтехим», ТУ 2294-022-05766801-2002), наполнитель – мел тонкодисперсный марки МТД-2 (Белгородского месторождения), пластификатор

– высокоароматическое масло марки ПН-6Ш (производства ООО «ЛЛК-Интернешнл», ТУ 38.1011217-8). Содержание наполнителя варьировали от 0 до 1050 мас.ч, пластификатора от 0 до 193 мас. ч. В качестве адгезионной добавки использовали канифоль (ГОСТ 19113-84) ОАО «Барнаульский канифольный завод». Определение прочности адгезионного соединения субстрат-герметик-субстрат для следующих субстратов – дюралюминий, стекло, сталь – проводилось по ГОСТ 209-75. Физико-механические испытания проводились согласно ГОСТ 269-66 и ГОСТ 6768-75. С увеличением содержания наполнителя до 300 мас.ч., наблюдается повышение прочности неотверждаемого герметика до 0,36 МПа (рис. 1). Дальнейшее наполнение до 450 мас.ч., приводит к снижению прочности на 50% до 0,18 МПа. То есть, содержание наполнителя, превосходящее содержание каучука более чем в три раза приводит к образованию дефектной структуры и к существенному падению прочности герметика. Рис. 1 – Влияние содержания мела на физико-механические свойства неотверждаемых композиций, следующего состава: СКЭПТ-50 – 100 мас.ч., МТД-2 – 0-1050 мас. ч., ПН-6Ш-0-190 мас. ч., канифоль – 50 мас. ч. Относительное удлинение с увеличением степени наполнения закономерно снижается, что связано с снижением содержания эластомера (в композиции с максимальной степенью наполнения содержание СКЭПТ всего около 7%). - - - - адгезионный характер разрушения адгезионного соединения ----- когезионный характер разрушения адгезионного соединения Рис. 2 – Влияние содержания мела на адгезионные свойства неотверждаемых композиций следующего состава: СКЭПТ-50 – 100 мас.ч., МТД-2 – 0-1050 мас.ч., ПН-6Ш – 0-90 мас.ч., канифоль – 50 мас.ч. Прочность адгезионного соединения (АС) в ряду сталь-дюралюминий-стекло увеличивается. Наблюдается корреляция между прочностью АС и параметром кислотности изученных субстратов, значения которого для дюралюминия и стали соответствуют 1,7 и 4,2 (мДж/м²)^{1/2} соответственно [3]. Предполагаем, что параметр кислотности стекла, учитывая его природу, выше чем у металлов. Зависимость адгезионной прочности неотверждаемых герметиков ко всем трем субстратам имеет одинаковый характер и коррелирует с характером изменения когезионной прочности высоконаполненных герметиков: при содержании мела до 450 мас.ч., наблюдается увеличение, в интервале 450-750 мас.ч. резкое снижение, а при наполнении свыше 750 мас.ч. адгезионная прочность практически не меняется. Корреляция адгезионной и когезионной прочности является закономерной, учитывая, что характер разрушения АС (в случае дюралюминия и стекла) – когезионный, то есть адгезия герметика к данным субстратам выше когезионной прочности и, следовательно, прочность соединения определяется прочностью самого герметика. При использовании в качестве субстрата стали, характер разрушения тоже меняется только при большем содержании наполнителя (600 мас.ч.). Это также свидетельствует о более слабом уровне взаимодействия в случае стали по

сравнению с другими субстратами. Таким образом, оптимальное содержание мела находится в диапазоне 300-400 мас.ч., в этом случае, когезионная прочность герметика составляет 0,4 МПа, адгезионная прочность 0,5-0,6 МПа (характер разрушения когезионный), относительное удлинение 200%. Влияние пластификатора марки ПН-6Ш на адгезионные и физико-механические свойства неотверждаемых композиций на основе СКЭПТ при содержании наполнителя 150 мас.ч приведены на рисунках 3 и 4. Увеличение содержания пластификатора приводит к закономерному снижению прочности (рис. 3) и увеличению пластичности герметика (что проявляется в повышении относительного удлинения). Рис. 3 – Влияние содержания пластификатора ПН-6Ш на физико-механические свойства неотверждаемых композиций следующего состава: СКЭПТ-50 – 100 мас.ч., МТД-2 – 150 мас.ч., ПН-6Ш – 0-80 мас.ч., канифоль – 30 мас.ч. Из рисунка 3 видно, что введение 20 мас.ч. пластификатора повышает адгезионную прочность к дюралюминию и стеклу, что вероятно связано с увеличением площади контакта, благодаря повышению пластичности композиций. При дальнейшем увеличении содержания пластификатора в составе герметика приводит к снижению адгезионной прочности соединения. Характер разрыва для всех трех субстратов переходит со смешанного на когезионный при 40 мас.ч. пластификатора. Это свидетельствует о том, что адгезия герметика не уменьшается при увеличении содержания ПН-6Ш, а снижение адгезионной прочности соединения связано с уменьшением его когезионной прочности (рис. 4). - - - - смешанный характер разрушения адгезионного соединения ----- когезионный характер разрушения адгезионного соединения. Рис. 4 – Влияние содержания пластификатора ПН-6Ш на адгезионную прочность неотверждаемых композиций следующего состава: СКЭПТ-50 – 100 мас.ч., МТД-2 – 150 мас.ч., ПН-6Ш – 0-80 мас.ч., канифоль – 30 мас.ч. По результатам проведенных исследований разработан высоконаполненный неотверждаемый герметик на основе СКЭПТ следующего состава: СКЭПТ 50 – 100 мас.ч., мел марки МТД-2 – 350 мас.ч., пластификатор марки ПН-6Ш – 64 мас.ч., канифоль – 50 мас.ч. Оценка свойств неотверждаемого герметика осуществлялась в различных условиях – после термоокислительного старения и старения в воде при 70°C (табл. 2). Таким образом, оптимальная степень наполнения неотверждаемых композиций на основе СКЭПТ природным мелом МТД-2 составляет 300-400 мас.ч. Свойства разработанной композиции стабильны – не ухудшаются после термоокислительного старения и старения в воде. Наблюдается отсутствие водопоглощения. Таблица 2 – Свойства неотверждаемого герметика на основе СКЭПТ

Свойства	Высоконаполненный неотверждаемый герметик на основе СКЭПТ
Адгезионная прочность, МПа к дюралю	0,45
Адгезионная прочность, МПа к стеклу	0,46
Адгезионная прочность, МПа к стали	0,44
Когезионная прочность, МПа	0,4
Относительное удлинение, %	50
Адгезия к дюралю после термостарения 150°C (1,25 суток), МПа	0,44
Когезионная прочность после термостарения 150°C (1,25	

суток), МПа 0,63 Относительное удлинение после термостарения 150°C (1,25 суток), % 30 Адгезия к дюралю после термостарения в воде 70°C (1 суток), МПа 0,68 Когезионная прочность после термостарения в воде 70°C (1 суток), МПа 0,54 Относительное удлинение после термостарения в воде 70°C (1 суток), % 20 Водопоглощение* (7 суток 20°C), % 0,25 Текучесть* 0 * в соответствии с ГОСТ 25945-98