

Рис. 5 – Окружні напруження

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Прочность и долговечность горных машин // Украинский заочный политехнический институт. – 1979. – Вып. 5. – М.: Недра, 303 с.
2. Андреев А. В. Некоторые вопросы физики работы ленточного конвейера / А. В. Андреев // Горные машины и автоматика. (Расчет, конструирование, испытания, насадка). – М.: Недра, 1967. – С. 224–240.
3. Моссаковский В. И. Исследование взаимодействия ленты и упругой футеровки / В. И. Моссаковский, Г. З. Рудяков, В. Б. Салитренник // Горная механика и машиностроение: Межвед. сб. науч. тр. – М.: Недра, 1967 – Т.18 – С. 320–329.
4. Взаимодействие гибкой конвейерной ленты с одномерно упругой футеровкой барабана / В. И. Моссаковский, В. В. Петров, В. Б. Салитренник, А. Г. Гриневский // Прикладная механика. – 1977. – Т.8, №7. – С. 90–95.
5. Кирия Р. В. Экспериментальные исследования взаимодействия упругой ленты с барабаном конвейера / Р. В. Кирия, Е. А. Стаховский // Науковий вісник Національної гірничої академії України: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2000. – №5. – С. 24–26.
6. Кирия Р. В. Применение метода возмущений Л. Прандтля к разрешению парадокса Н. Е. Жуковского / Р. В. Кирия, Е. А. Стаховский // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Дніпропетровськ, 2002. – Випуск 4(21). – С. 33–46.
7. Найфэ А. Х. Методы возмущений / А. Х. Найфэ. – М.: Мир, 1976. – 455 с.

УДК 678.061:678.676

Канд. техн. наук С.Н. Зыбайло
(ГВУЗ УГХТУ)

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТРИИЗОЦИАНАТОВ НА ПРОЧНОСТЬ КРЕПЛЕНИЯ РЕЗИН К МЕТАЛУ В ПРОЦЕССЕ ВУЛКАНИЗАЦИИ

В роботі розраховані термодинамічні характеристики триізоціанатів та оцінено вплив їх будови на міцність кріплення гум до металу в процесі вулканізації клеями на їх основі. Рекомендовано використовувати олігомерні триізоціанати на основі 2,4-толуїлендіізоціанату та олігомерних триолів як продукти клейового призначення

INFLUENCE OF CHEMICAL STRUCTURE TRIIZOCIANATS ON DURABILITY OF BONDING RUBBERS TO METAL IN THE PROCESS OF VULCANIZATION

In-process calculated thermodynamics values triizocianats and influence of their structure is appraised on durability of bonding rubbers to metal in process of vulcanization by glues on their basis.

It is made to order to utilize oligomeric triisocyanates on the basis of 2,4-TDI and oligomeric triols as products of the glue setting

Изоцианаты характеризуются высокой способностью к образованию адгезионных соединений с субстратами различной химической природы. В клеевых композициях используют преимущественно продукты, которые содержат три изоцианатные группы, участвующие в образовании межфазных связей [1]. В СНГ наиболее распространенным промышленным продуктом для этих целей был клей «Лейконат» – 20 мас. % раствор в дихлорэтаноле 4,4',4"-трифенилметантриизоцианата [2]. В связи с запретом использования легко летучих веществ озоноразрушающего действия, к которым относится и дихлорэтан, клей «Лейконат» в России снят с производства.

В странах европейского союза в качестве клеев горячего отверждения и адгезионных добавок широко используют триизоцианаты Десмодур (фирма «Байер», Германия [3]), представляющие собой растворы индивидуальных триизоцианатов в этилацетате, термодинамические характеристики которых (табл. 1) были рассчитаны по методу атомных инкрементов [4-6] с использованием данных молекулярного дизайна [7].

В соответствии с расчетными данными, представленными в табл. 1, замена атома углерода на атом фосфора (трис-(п-изоцианатофенил)-тиофосфат) не обеспечивает повышение поверхностной энергии.

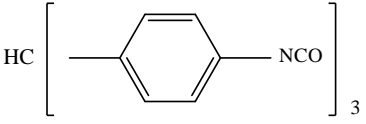
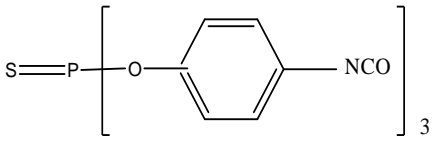
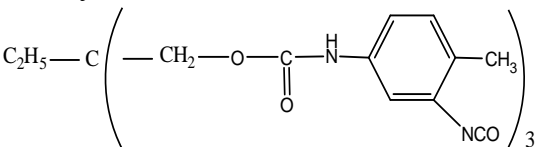
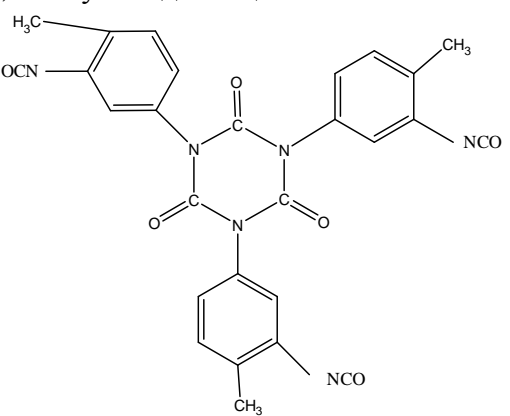
В настоящее время для повышения термодинамических и адгезионных характеристик синтезируют олигомерные триизоцианаты, представляющие собой продукты взаимодействия диизоцианатов и олигомерных триолов. Например, аддукт 2,4-толуилеандиизоцианата и триметилпропана (аддукт ТДИ-ТМП) характеризуется более высокой поверхностной энергией в сравнении с N,N',N"-трифенилметантриизоцианатом и трис-(п-изоцианатофенил)-тиофосфатом, что и обуславливает его более широкое применение в качестве продукта клеевого назначения.

Аналогичный эффект достигается при тримеризации 2,4-толуилеандиизоцианата с образованием соответствующего триизоцианурата, при этом его поверхностная энергия возрастает до 67,63 мДж/м². Однако свойства полученных триизоциануратов определяются соотношением узлов и гибких цепей [8], что и будет влиять на свойства клеевых композиций на их основе.

Триизоцианаты одинаковой функциональности, но различной химической структуры имеют отличные значения поверхностной энергии (табл. 1), что соответственно влияет на адгезионные характеристики клеев на их основе [9].

Таблица 1 - Термодинамические характеристики промышленных триизоцианатов

Химическая формула	Ван-дер-ваальсовый объем, Å ³	Эффективная мольная энергия когезии, Дж/моль	Параметр растворимости δ, (МДж/м ³) ^{1/2}	Поверхностная энергия γ, мДж/м ²
1	2	3	4	5

<p>1. N,N',N''-Трифенилметантризоцианат</p> 	333,65	99664,6	22,27	59,46
<p>2. Трис-(п-изоцианатофенил)-тиофосфат</p> 	381,2	103291,0	21,21	56,38
<p>3. Аддукт ТДИ-ТМП</p> 	591,60	164038,1	21,46	66,02
<p>4. Триизоцианурат 2,4-толуилендиизоцианата</p> 	449,4	129140,4	21,84	67,63

Для подтверждения этого были изготовлены резинометаллические соединения на основе резин различного состава с использованием в качестве клеевых композиций растворов соответствующих триизоцианатов в этилацетате.

Клеевые композиции триизоцианатов Десмодур наносили в два слоя на металлическую поверхность (Ст.3), обработанную на наждачном круге №80 цилиндрическим шлифованием и обезжиренную бензином марки Нефрас. Резинометаллические соединения получали по режимам вулканизации соответствующих резиновых смесей (смеси шифров 7-1481 на основе СКЕП-40, 7-2959 на основе НК, 7-3826 на основе СКН-40). Испытание резинометаллических соединений проводили при отрыве по ГОСТ 209-75, результаты которых представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Прочность крепления резин (сопротивление отрыву, МПа) на основе каучуков различной полярности к стали (Ст.3) в процессе вулканизации клеями на основе триизоцианатов

Тоговое название клея	Содержание NCO-групп, %	Прочность крепления резин на основе каучуков (характер разрушения*)		
		СКЕП-40	НК	СКН-40
Десмодур RE (27% раствор триизоцианата №1 в этилацетате)	9,0	4,6 (100 от P)	3,2 (100 от P)	4,9 (100 P)
(Десмодур L-75 75% раствор триизоцианата №3 в этилацетате)	13,3	4,7 (100 от P)	5,9 (100 P)	4,8 (100 P)
Десмодур RC (35% раствор триизоцианата №4 в этилацетате)	7,0	4,2 (СМ 70отP 30P)	2,7 (100 от P)	4,6 (СМ 90от P 10P)

*СМ- смешанный, P – по массиву резины, от P – от поверхности резины

Данные табл. 2. показывают, что, как и ожидалось, Десмодур L-75 на основе триизоцианата с поверхностной энергией 66,28 мДж/м² обеспечивает наибольшую прочность крепления резин на основе каучуков различной полярности к Ст.3. Следует отметить, что высокую прочность крепления обеспечивает наличие в его структуре уретановых групп, которые, как известно [9], способны взаимодействовать с активными группами на поверхности металлов и более высокое содержание NCO-групп в его составе.

Десмодур RC на основе изоцианурата с повышенной поверхностной энергией не обеспечивает такие же высокие показатели прочности крепления резин к Ст.3 в процессе вулканизации вследствие уменьшения гибкости его молекул и стерических затруднений при взаимодействии с субстратами.

Десмодур RE при меньшем значении поверхностной энергии триизоцианата обеспечивает сравнительно высокие показатели прочности адгезионных соединений вследствие минимального ван-дер-ваальсового объема молекул и повышенной их подвижности.

Таким образом, предварительные расчеты термодинамических характеристик триизоцианатов позволяет прогнозировать их адгезионную активность и обеспечивает более быстрое достижение требуемых результатов со значительно меньшими затратами времени и средств.

Для крепления резин на основе каучуков различной полярности к стали в процессе вулканизации рекомендуется использовать клеевые композиции на основе олигомерных триизоцианатов с повышенной поверхностной энергией и подвижностью молекулярных цепей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Притыкин Л.М. Мономерные клеи / Л.М. Притыкин, Д.А. Кардашов, В.Л. Вакула. – М.:Химия, 1988. – 176 с.
2. Ниашвили Г.А. Адгезивы и клеевые композиции для крепления эластомеров в процессе вулканизации. Тем. обзор. [Текст] / Г.А. Ниашвили, О.В. Лакиза. – М.: НИИТЭнефтехим., 1991. – 76 с.
3. Desmodur. Product Datasheet . - Leverkusen: Bayer Material Science. - 2011. – P. 1-3.
4. Аскадский А.А. Химическое строение и физические свойства полимеров.[Текст] / А.А. Аскадский, Ю.И. Матвеев. – М.: Химия, 1983. – 248 с.
5. Аскадский А.А. Количественный анализ влияния химического строения на физические свойства полимеров [Текст] / А.А. Аскадский // Высокомолек. соед.– 1995. – Т. 37Б. -№ 2. – С. 332 – 357.
6. Аскадский А.А. Компьютерное материаловедение полимеров. Т.1. Атомно-молекулярный уровень / А.А. Аскадский, В.И. Кондращенко. - М.: Научный мир, 1999. – 544 с.
7. Зыбайло С.Н. Использование молекулярного дизайна для синтеза олигоизоцианатов клевого назначения / С.Н. Зыбайло, Ю.Р. Эбич, Ю.В. Емельянов, Н.Я. Кузьменко, В.В. Бут // Вопросы химии и химической технологии. – 2006. – №.4 – С.112-117.
8. Petunova M.D. Synthesis and properties of polyisocyanurate networks based on 2,4-toluene diisocyanate and poly(oxytetramethylene) glycol / M.D. Petunova, L.V. Luchkina, A.A. Askadskii, O.V. Kovriga // Polymer science - 2009. - Series A. - Vol. 51. - No. 5.- P. 542-549.
9. Деркач Е.А. Влияние структуры полиизоцианатов на их поверхностную энергию и адгезионные свойства клеев / Е.А. Деркач, Ю.Р. Эбич, Т.В. Данилейко, Ю.В. Емельянов // Вопросы химии и химической технологии. – 1999. - №4. – С. 40-43.

УДК 622. 742:621. 928.235:622.794

Д-р техн. наук Е.С. Лапшин,
кандидаты техн. наук А.И. Шевченко,
В.В. Сухарев
(ИГТМ НАН Украины)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ПО КРУПНОСТИ И ОБЕЗВОЖИВАНИИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассмотрены схемы грохотов с импульсным воздействием. Экспериментальным путем изучены перспективы использования импульсного воздействия при разделении по крупности и обезвоживании минерального сырья. Исследовано влияние на технологические показатели этих процессов режимных параметров и времени грохочения.

PROSPECTS OF USE PULSE INFLUENCES AT DIVISION ACCORDING TO SIZE AND DEHYDRATION OF MINERAL RAW MATERIALS

Schemes screens with pulse influence are considered. Prospects of use of pulse influence are experimentally studied at division up to a size and dehydration of mineral raw materials. Influence on technological indicators of these processes of regime parameters and screening time is investigated.

Вибрационное грохочение широко применяется при разделении по крупности и обезвоживании минерального сырья. Наиболее сложные эти операции при переработке влажного сырья, сформированного из широких классов крупности