



## **Контактные клеи (полиуретановый и резиновый): химия, технология, свойства, обзор**

Одной из разновидностью контактных клеев из числа широко распространенных являются клеи на основе натурального и уретанового каучуков

### **1. Полиуретановые клеи.**

Однокомпонентные контактные полиуретановые (ПУ) клеи в последние десятилетия приобретали постоянно растущее значение в промышленности по производству клеев. Решающим фактором в пользу их применения является простое изготовление и отличная адгезия ко многим материалам, в том числе к высокопластифицированному ПВХ, к которому у других клеев адгезия неудовлетворительная. Используемый для производства клеев каучук представляет собой практически линейный полимер на основе сложно-полиэфирного полиуретана с гидроксильными группами. Клей на его основе характеризуется высокой прочностью клеевой пленки, стойкостью к истиранию и устойчивостью к низким температурам, и стойкостью к старению клеевых соединений. Адгезионные свойства полиуретанов обусловлены наличием в их составе полярных гидроксильных и NCO-групп, способных образовывать водородные связи.

В России наиболее часто используются каучуки марок десмокол (Д) [1-3], керакол (К) [4] и гораздо реже иростик [5]. Указанные полиуретаны характеризуются высокой однородностью, стабильностью и различаются по склонности к кристаллизации, термопластичностью, способностью к термоактивации и сшиванию рядом агентов, что позволяет удовлетворить многообразие практических требований.

#### **1.1. Влияние природы каучука.**

Выпускается широкая гамма полимеров, отличающихся по структуре, молекулярным параметрам, скорости кристаллизации и термопластичности. Варьирование этих параметрами позволяет получать клеи с очень широким диапазоном свойств.

Применение ПУ и области применения определяется среди прочего скоростью кристаллизации. Так слабо кристаллизующиеся каучуки используют для получения клеев с длительным временем открытой выдержки и могут применяться при комнатных температурах. Клеи из сильно кристаллизующихся каучуков имеют короткое время открытой выдержки и при комнатной температуре не всегда удается получить гарантированно качественное соединение, поэтому для таких клеев рекомендуется использовать метод термоактивации.

С ростом скорости кристаллизации увеличивается начальная прочность склеивания, скорость нарастания прочностных свойств, термостойкость, но уменьшается время открытой выдержки и эластичность клеевого шва.

С увеличением ММ полимера уменьшается содержание сухого остатка в клее при заданной вязкости, растекаемость клея и смачиваемость. Для оценки молекулярных параметров полиуретанов выбрана вязкость 15% раствора в метилэтилкетоне (МЭК)

Свойства часто используемых полиуретанов приведены в табл. 1



Табл.3 Растворимость полиуретана в смесях растворителей

Растворитель	соотношение	Марка десмокола					
		400	510	530	540	620	750
Ацетон +МЭК	5 : 5	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	4 : 6	Р	Р	Набухает	набухает	набухает	Набухает
	3 : 7	р	р	набухает	набухает т набухает т	набухает	набухает
Ацетон+ этилацетат	5 : 5	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	4 : 6	Р	Р	Набухает	набухает	набухает	Набухает
	3 : 7	Р	Р	набухает	набухает т набухает т	набухает	набухает
Ацетон+ толуол	7 : 3	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	6 : 4	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	5 : 5	Р	Р	набухает	набухает т	набухает	набухает
Ацетон+ МЭК+толуол	4 : 4 : 2	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	3 : 3 : 4	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Ацетон+ МЭК+гексан	4,5 :	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	4,5:1	Р	Р	нет	нет	нет	нет
	4 : 4: 2						
Ацетон+ МЭК +циклогексан	4 : 4 : 2	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	3 : 3 : 4	Р	Р	набухает	набухает т	набухает	набухает

В связи с тем, что разные марки ПУ отличаются по химической природе, то и их растворимость в разных растворителях также различается. Наилучшей растворимостью характеризуются марки Д-400 и Д-510. Все известные марки ПУ растворяются только в ацетоне, тетрагидрофуране, циклогексаноне или МЭК (выбран в качестве стандартного растворителя для оценки молекулярных параметров ПУ). Также как и в случае полихлорпена добавка «растворителя» (ацетон) к «нерастворителю» (толуол, этилацетат) в определенных соотношениях позволяет получать гомогенные растворы. С другой стороны, в отличие от полихлорпена, ПУ при некоторых соотношениях могут не растворяться в смесях двух «растворителей» (ацетон-МЭК, ). Поэтому подбору системы растворителей следует уделять особое внимание, в частности можно использовать выше приведенные данные.

Вязкость рамтвора ПУ зависит от системы растворителя и используемых добавок. Минимальную вязкость ПУ имеют в растворе ацетона, максимальную, как и в случае ПХ в хлорсодержащих растворителях.

В табл.4 приведены данные по вязкости растворов некоторых ПУ в наиболее часто используемых растворителях и их смесях. Добавка «нерастворителя» к «хорошему» растворителю приводит к увеличению вязкости раствора (ацетон и ацетон+толуол; ацетон или МЭК и МЭК +ацетон+этилацетат). В случае эластомеров (полихлороперн, натуральный каучук), как известно, добавка плохого растворителя (или нерастворителя) уменьшает вязкость раствора. Влияние добавок аэросила на вязкость растворов ПУ приведено рис.1. Добавка аэросила-200 оказывает существенное влияние на вязкость и тиксотропные свойства клея. Причем эффект изменение вязкости зависит также от природы полиуретана: в случае десмокола-530 он значительно более выражен чем в случае десмокола-400 [1-3].

**Табл.4 Вязкость 15 % раствора полиуретана в некоторых растворителях, мПа\*с**

Марка	ацетон	МЭК	этилацетат	Ацетон+толуол	МЭК+ацетон+этилацетат	Трихлорэтилен
Десмокол 750	- 1400	2000	Не раствор	1750	4400	
Десмокол 540	- 1200	1800	Не раствор	1600	3000	
Десмокол 400	- 250	600	900			20000

В табл.5 показано влияние используемого растворителя на начальную прочность клеевого шва при использовании каучуков разных марок. Из представленных данных следует, что в отличие от полихлоропропеновых клеев природа растворителя влияет на начальную прочность склеивания незначительно и зависит в основном от марки полиуретана.

**Табл.5 Начальная прочность клеев на основе полиуретана в различных растворителях, н/мм**

каучук	ацетон	Ацетон+толуол 7:3	Ацетон+Этилацетат 7:3	Ацетон+МЭК+толуол 4:4:2
Десмокол-540	3,1	2,9	2,9	3,3
Десмокол-620	2,9	2,9	2,6	2,9
Десмокол-400	1,2	1,3	1,4	1,5

Время открытой выдержки кроме марки каучука зависит от типа растворителя (табл. 6).

**Табл.6 Влияние природы растворителя на время открытой выдержки клеев, мин**

каучук	Ацетон: МЭК 1:1	Ацетон+МЭК + этилацетат 4:4:2	Ацетон+Этилацетат 7:3	Ацетон+МЭК+толуол 4:4:2	Ацетон+МЭК+гексан 4,5:4,5:1
Десмокол-540	2	1,5	1,5	3	1

Добавление в систему растворителей ароматического растворителя - толуола увеличивает время открытой выдержки, а этилацетата уменьшает данный показатель. Еще более сильное влияние на уменьшение времени открытой выдержки оказывают даже небольшие добавки алифатического растворителя (гексан).

### 1.3. Влияние добавок на свойства полиуретанового клея

Для модификации свойств полиуретановых клеев используются различные добавки. Очень эффективной добавкой в клеевую композицию является силикатный наполнитель. Добавка всего 10 м.ч. силикатного наполнителя на 100 м.ч. десмокола повышает прочность связи, ускоряет время фиксации и повышает температуру активации. Добавка силикагеля, как показано выше (рис.1), существенно увеличивает вязкость клея и придает последнему тиксотропные свойства. Данный эффект используется для получения клеев-гелей, расширяющих области применения ПУ. Добавка дикарбоновой кислоты в количестве 1м.ч. на 100 м.ч. десмокола повышает адгезию к резинам, стабильность при хранении и стойкость к выцветанию.

Наиболее эффективной и часто используемой модифицирующей добавкой является смолы. Дозировка смолы в зависимости от ожидаемого эффекта составляет от 5 до 80 м.ч. на 100 м.ч. десмокола. [2, 8].

Для модификации ПУ клеев используются терморезактивные смолы (например, R7529, R7522 и SP103) и термопластичные АФФС (например, R7527 и SMD31144)

Термопластичные АФФС используются для увеличения времени открытой выдержки, повышения начальной клейкости и когезии. Для полиуретанов с низкой и средней скоростью кристаллизации (Д-750 и Д-526) можно использовать смолу R7514.

Терморезактивные смолы позволяют существенно повысить термостойкость композиции: добавление смолы к полиуретану с высокой скоростью кристаллизации (Д-540, Д-510, Д-630, Д-400) увеличивает термостойкость до значения характерного для низко кристаллического полиуретана в сочетании с изоцианатом. Оптимальная дозировка смолы – 10 м.ч. на 100 м.ч. десмокола.

Для повышения термостойкости, адгезии и когезии, а также снижения влияния реакций гидролиза полиуретановые адгезивы обычно используют в сочетании с изоцианатом. [1,9,10].

В качестве последнего используют лейканат или Десмодуры RFE, RE, RC и R, и D в количестве 5-10 м.ч. Добавление к полиуретановой композиции, например, 5% Десмодура RFE увеличивает термостойкость клеевого шва практически в 1,5- 2 раза (табл.7)

По эффективности указанных выше изоцианатов (десмодур) в повышении термостойкости можно расположить в ряд (десмокол-400)

RE > RFE > RC >> без добавки десмодура

**Табл. 7 Термостойкость композиций на основе полиуретанов разных марок**

Каучук	Начальная прочность, н/мм	Термостойкость, °С	
		Без отвердителя	С отвердителем
Десмокол-750	1,25	70	100
Десмокол-540	1,2	80	105
Десмокол-620	1,2	70	90
Десмокол-400		52	90

#### **Области применения полиуретанов:**

Полиуретановые клеи находят широкое применение во многих областях: ниже перечислены возможные направления использования в зависимости от марки полиуретана:

Клей для бытовых целей- Д-526, Д-750

Клей для обуви – Д-530, Д-540, Д-750, Д-400, К-601, К-400

Клей для мебели- Д-400, Д-500, К-400

Клей для автопромышленности- Д-420, Д-530, Д-540, Д-400, Д-620, К-601

Клей для конвейерных лент - Д-400, Д-500

С учетом вышеизложенного ЗАО «Анлес» предлагает клеи на основе полиуретанов с разной природой:

клей полиуретановый (на основе каучуков Десмокол-530, -540 или Керакол-400, -601),

клей уретановый (на основе каучуков Десмокол-400 )

клей блиц полиуретановый (на основе каучука Десмокол-750),

которые отличаются комплексом свойств, а именно по скорости кристаллизации ПУ, его молекулярным параметрам, температуре активации и времени открытой выдержки.

Клей «полиуретановый» (на основе десмокола-530) характеризуется высокой скоростью кристаллизации каучука, высокой термопластичностью, небольшим временем открытой выдержки, повышенной температурой активации клеевой пленки, высокой начальной и конечной прочностью, стойкостью к пластификаторам в применяемых материалах. Рекомендуемый способ применения – метод термоактивации. Может

использоваться как однокомпонентный клей, так и как двухкомпонентный с сочетанием с изоцианатоами.

Клей «блиц полиуретановый» (на основе десмокола-750) характеризуется средней скоростью кристаллизации каучука, высокой термопластичностью, низкой температурой термоактивации клеевой пленки, повышенным временем открытой выдержки, высокой начальной и конечной прочностью. Может применяться с использованием как метода термоактивации, так и стандартного способа склеивания, что существенно расширяет возможности его применения в быту.

Клей «уретановый» (на основе десмокола-400) отличается повышенным сухим остатком.

Тенденции изменения свойств используемых каучуков приведены ниже:

- По скорости кристаллизации каучуки  
Д-530(высокая, 20 мин.) > Д-400 (высокая, 30 мин.) >> Д-750 (средняя, 5час.)
  - По молекулярным параметрам (вязкости 15% раствора в МЭК, мПа\*с)  
Д-750 (высокая, 2000) ≥ Д-530 (средняя, 1200) > Д-400 (низкая, 600)
- По термопластичности используемые каучуки располагаются в ряд:  
Д-400 (низкая, 48°C) > Д-750(высокая, 68°C) > Д-530 (высокая, 75°C) ≈ К-400 (77°C)
- По времени открытой выдержки используемые каучуки располагаются в ряд:  
Д-750 (8 мин) > Д- 400 (4мин) > Д-530 (3 мин)
- По начальной прочности крепления используемые каучуки располагаются в ряд:  
Д-750 > Д-530 > Д-400
- По минимальной температуре активации  
Д-750 (45 °С ) < Д- 400 (50 °С ) ≈ Д-530(55 °С )

## 2. Клей на основе натурального каучука

Еще одним из широко применяемых клеев является резиновый клей, получаемый на основе натурального каучука (НК). НК представляет собой цис 1,4-полиизопрен с молекулярной массой до 1 млн и широким ММР, содержащий 3-5% полярных протеиновых групп. [11]. Наличие последних наряду со стереорегулярным строением макромолекул и способностью к кристаллизации при охлаждении и деформации обеспечивает высокую когезионную и адгезионную прочность и возможность использования НК в качестве клея. Другие неполярные каучуки стереорегулярного строения (цис-1,4-полиизопрен, цис-1,4-полибутадиен) такими свойствами не обладают и в качестве клеев использоваться не могут

Крупные производители НК (в скобках указана торговая марка) являются – Малайзия (SMR), Индонезия (RSS-1), Таиланд (STR), Индия, Шри-Ланка, Вьетнам (SVR), Китай. Как правило, НК выпускаются несколько сортов.

В табл. 8 приведены стандарты на сорта натурального каучука, в табл. 9 паспортные данные ряда партий, а табл.10 результаты лабораторных некоторых марок НК, поставляемых в Россию [12].

**Табл. 8. Стандарты ISO-2004 на различные сорта НК**

характеристика	Сорт НК					
	CV	L	5	10	20	50
Содержание примесей, % max	0,03	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50
Пластичность (PO), min	-	30	30	30	30	30
Индекс сохранения пластичности (PRI), min	60	60	60	50	40	30
Содержание азота, %, min	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Содержание летучих, %, min	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Содержание золы, %, max	0,5	0,5	0,6	0,75	1,0	1,5

**Табл. 9. Паспортные данные на ряд партий НК разных марок.**

характеристика	Марка НК					
	RSS-1	SVR-3L	STR-5L	STR-5 CV50	STR-5 CV60	SMR-5
Содержание примесей, %	0,017	0,018	0,015	0,01	0.01	0.033
Пластичность (PO),	41	42	41	31	38	39
Индекс сохранения пластичности (PRI)	78	84	95	90	91	75
Содержание азота, %	0,34	0,33	0,48	0,40	0.41	0.30
Содержание летучих, %	0,18	0,20	0,2	0,22	0.24	0.31
Содержание золы, %	0,23	0,19	0,2	0,21	0.18	0.43
Вязкость по Муни при 100°C				54	60	

**Табл. 10 Результаты испытаний НК ряда производителей, поставляемых в Россию**

Показатель	RSS-1	SVR 3L	SVR-10	SVR-20
Вязкость по Муни при 100°C	87	84	90	86
Пластичность по Карреру	0,10	0,11	0,18	0,13
Эластическое восстановление, мм	2,53	2,7	2,7	
Массовая доля золы, %	0,35	0,23	0,43	0,54
Массовая доля металлов, %				
Меди	0,00004	0,00003	0,00006	
Железа	0,002	Отс.	0,004	
марганца	0,0002	0,0001	0,0001	
Массовая доля азота, %	0,35	0,38	0,29	
Ацетоновый экстракт, %	3,1	3,7	3,3	
Условная прочность при растяжении вулканизата, МПа, при 23°C	27,2	24,4	28,4	28,2
при 100°C	15,3	15,1	14,24	
Скорость кристаллизации при -26°C, мин	270			

Из представленных данных следует, что различные марки и сорта НК имеют близкие физико-механические свойства и отличаются в основном по содержанию примесей (кроме сорта CV имеющего пониженную вязкость по Муни: CV-50 и CV-60 соответственно 50±5 ед и 60±5 ед.).

Для производства клеев желательно выбирать сорта с минимальным содержанием примесей. – сорта «L» или «5». Сорт «CV» в ряде случаев может использоваться без предварительной пластикации методом прямого растворения.

НК хорошо растворяется в ароматических и алифатических растворителях, не растворяется в полярных растворителях - спиртах, ацетоне, этилацетате и т.п. Как правило, для производства резиновых клеев используется бензин марки нефрас 80/120 (в Германии бензин 65/95). В ряде случаев используется толуол, однако следует иметь в виду, что как и в выше рассмотренных случаях с другими каучуками, вязкость раствора НК в толуоле значительно выше чем в бензине и такая композиция будет иметь пониженное содержание сухого остатка при заданной вязкости. Кроме того применение толуола может ограничиваться по экологическим соображениям.

В связи с высокой ММ НК полученный на его основе клей имеет высокую вязкость и плохие технологические свойства. Для устранения данного недостатка НК перед использованием обычно пластицируют путем пропускания через вальцы 3-4 раза до образования «шкурки» толщиной 3-4мм. Допускается также термопластикация каучука при 50-60°C в течении 16-20 часов с последующим пропусканием 1 раз через вальцы. При получении клеев, содержащих кроме НК другие ингредиенты и наполнители, последние вводят в резиновую смесь также на вальцах .

Для уменьшения вязкости клея при получении композиций с повышенным содержанием клеящего вещества к растворителю добавляют небольшое количество смешивающегося с основным растворителем нерастворителя: для резинового клея на основе НК обычно используют этанол в количестве 0,5-3%. Вязкость раствора при этом уменьшается, технологические свойства (нанесение на склеиваемые поверхности, растекаемость, образование нитей) улучшаются.

Процесс растворения НК является достаточно длительным и можно разделить на 3 фазы: на первой присутствуют свободный растворитель и набухающие куски каучука, вторая фаза начинается с исчезновения свободного растворителя и длится образования однородной массы. На третьей фазе происходит переработка однородной массы. Для уменьшения времени растворения растворитель рекомендуется подавать дробно: наилучшие результаты получаются при подаче растворителя равными частями по логарифмической зависимости во времени при температуре 40-50°C. Процесс растворения также зависит от вида используемого оборудования. Например, время приготовления клея в 400 л z-образной мешалке составляет 12 часов, в клеемешалке СРК - 3-3,5 часа. Процесс набухания и растворения резиновой смеси, содержащей наполнители, происходит быстрее чем чистого НК. Например, время приготовления клея №4508 в 400 л z-образной мешалке составляет 7 часов. [13].

На основе НК выпускается целая гамма резиновых клеев, как содержащих так и не содержащих дополнительные ингредиенты.. Например, резиновый клеи группы А и Б состоят только из бензина и НК, с разной концентрацией, При изготовлении обуви используют клей содержащий канифоль (до 10%) и серу, а клей для крепления теплоизоляционных материалов с металлом (клей КТ) содержит наряду с НК солидол и эфиры канифоли. Композиции на основе НК могут также содержать как активные - технический углерод, белая сажа, оксиды магния и цинка, сера, так и неактивные наполнители – мел, масло, ланолин, красители и т.п. [14].

Для модификации свойств клеев на основе НК кроме канифоли для увеличения времени сохранения липкости используются также следующие фенолформальдегидные смолы . [2, 15]:

- октилфенолформальдегидные смолы СР1045Н, НRJ10581Н
- бромсодержащие фенолформальдегидные смолы SP1055, SP1056
- бутилфенолформальдегидные смолы FRJ551Н

И терпенфенольные смолы:

- алрезен РТ191 и РТ214

Дозировка смолы в зависимости от назначения клея составляет 5-80 м.ч. на 100 м.ч. НК

Отличительным свойством НК, как отмечалось выше, является способность к кристаллизации при деформации, поэтому часто используется прием холодного или горячего (для композиций содержащих серу) прессования значительно увеличивающий прочность крепления. Даже в быту при приклеивании резиновой заплатки рекомендуется последнюю в процессе склеивания «пристучать».

Резиновые клеи имеют недостаточную теплостойкость как следствие того, что при повышении температуры НК подвергается реакции декристаллизации. Для повышения теплостойкости резиновых клеев в композицию вводят структурирующие агенты серу или изоцианаты, например, лейканат или десмодур. Изоцианат обеспечивает структурирование НК без нагревания увеличивая теплостойкость, а кроме того повышает адгезионные свойства.

Ряд композиций, так называемые вулканизирующиеся клеи (№4508, К-109, №2572) для достижения высоких показателей крепления и увеличения теплостойкости содержат оксид магния и серу. После склеивания изделие подвергают горячей вулканизации.

Все без исключения резиновые клеи должны содержать антистатическую добавку для защиты от статического электричества.

Резиновый клей, получаемый на основе натурального каучука, предназначен для изготовления и ремонта любых резиновых изделий (в т. ч. надувных лодок, байдарок, плотов, камер мячей и колес и т.п.) и резиновой обуви. Широко применяется на вспомогательных операциях производства обуви, изделий из кожи и кожгалантереи, а также для склеивания бумаги и картона, дизайнерских и художественно-оформительских



работ. Технология склеивания с использованием резиновых клеев предполагает использование, кроме стандартной методики, также методы реализующие способность НК к кристаллизации при деформации: на склеиваемые поверхности (кожгалантерея, резиновые заплатки и т.п.) нанести 1-2 слоя клея, высушить их досуха и в домашних условиях «пристучать», например, молотком, а на производстве использовать давление.

Модификация растворов натурального каучука позволяет значительно расширить области его применения. Для повышения клейкости, как отмечалось выше, добавляют канифоль, фенолформальдегидные и терпеновые смолы. В ряде случаев НК смешивают с другими каучуками (бутадиен-стирольный или бутил каучуки), а для повышения содержания активного вещества добавляют инертные и активными наполнители.

Например, «Герметик каучуковый», представляющий собой комбинацию натурального и бутил каучуков, оксидов цинка и титана и инертного наполнителя, используется для герметизации швов металлических, деревянных и пластиковых изделий, в частности оконных рам, дверей и т.п.

Модифицированный резиновый клей может быть использован для приклеивания бумаги к полиэтилену. Смешанный с цементом, битумом или асфальтом резиновый клей может быть использован для соединения неметаллических поверхностей: кирпич, дерево, бетон, керамическая плитка.

#### **Области применения резиновых клеев:**

- производство обуви
- производство кожгалантереи
- производство РТИ
- производство и ремонт шин
- производство резино-тканевых изделий
- применение в быту

По заказам потребителей по существующим техническим условиям выпускаются следующие клеи: клей резиновый гр.А и Б, КТ, №2817, №4508, №4010, №2572, КЛ и другие [14].

Ассортимент и цены, на выпускаемую продукцию представлены на сайте ЗАО «Анлес» <http://www.anles.ru>

#### **Список литературы**

1. Н.Шилдан. Современные тенденции и перспективы производства клеев на основе полихлоропренов и полиуретанов, М, Bayer material science, 2005
2. Desmokol: For the manufacture of adhesives, Bayer AG, Germany, 1992
3. Desmokol. Hydroxyl polyester polyurethane- solving problems in a variety of application, Bayer AG, Germany, 2001
4. ЛТИ : «Керакол 400», «Керакол 601», Эссеби СРЛ, Италия. 2001
5. TDS Irostick Klebrohstoffe, Morton International, 1998
6. «Десмоколл. Растворители для десмокола», ЛТИ №3.2.2 , Байер АГ, Германия, Леверкузен, 1985 г
7. Технология производства обуви, ч.7 Рецептуры клеев, отделочных материалов, методы их изготовления и применения, М., ЦНИИТЭ , 1978
8. Phenolic resins in solvent based polyurethane adhesives, CECA, Paris, France, 1997
9. Desmodur: for the manufacture of adhesives, Bayer AG, Germany, 1994
10. Desmodur D, Desmodur R: Crosslinking for high heat resistance in solvent based adhesives, Bayer AG, Germany, 1999
11. Синтетический каучук, под ред. И.В.Гармонова, Л., Химия, 1983.
12. IRPQ International standards of quality and packing for Natural Rubber, The green book
13. Способы и оборудование для приготовления резиновых клеев, М., ЦНИИТЭ, тем.обзор, 1986
14. Сборник технических условий на клеящие материалы, под ред. Д.И.Кардашова, М, Химия, 1975
15. Schafer, Synthetic resins for solvent based adhesives, Vianova Resins, Germany, 1997