РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 417 998** (13) **C2**

(51) МПК
*C07F 7/18* (2006.01)
*C07C 319/06* (2006.01)
*C08L 21/00* (2006.01)

# (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2006129695/04, 16.08.2006**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
**16.08.2006**

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
**17.08.2005 DE 10 2005 038791.8**

(43) Дата публикации заявки: **27.02.2008** Бюл. № 6

(45) Опубликовано: **10.05.2011** Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 4048206 A, 13.09.1977. SU 550394 A1, 15.03.1977. SU 514841 A1, 25.05.1976. SU 580840 A3, 15.11.1977. RU 2257390 C2, 27.07.2005.**

Адрес для переписки:
**101000, Москва, М.Златоустинский пер., 10, кв.15, "ЕВРОМАРКПАТ", пат.пов. Н.В.Кузенковой**

(72) Автор(ы):
**КОРТ Карстен (DE),**
**ХАССЕ Андре (DE),**
**ВИТЦШЕ Зузанн (DE),**
**КЛОККМАНН Оливер (DE),**
**АЛЬБЕРТ Филипп (DE)**

(73) Патентообладатель(и):
**Эвоник Дегусса Гмбх (DE)**

## (54) КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, ИХ ПОЛУЧЕНИЕ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к получению и применению кремнийорганических соединений. Предложены кремнийорганические соединения общей формулы Q-[S-G-Si(-O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$-)$_3$N], где Q обозначает $SiX^4_{3-t}X^5_t$-, t равно 0, 1 или 2, Y-C(=O)-Z-C(=O)-, $X^8$-C(=O)-, ($X^8$)HN-C(=O)-, ($X^8$)NH-C(=S)-, Y имеет одинаковые или различные значения и представляет собой [-S-G-Si(-O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$-)$_3$N], G имеет одинаковые или различные значения и, когда Q обозначает $C_6H_5$-C(=O)-, представляет собой неразветвленную или разветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_3$-$C_{30}$, а при всех остальных значениях заместителя Q представляет собой неразветвленную или разветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_1$-$C_{30}$, Z обозначает неразветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_1$-$C_{24}$, $X^1$, $X^2$ и $X^3$ независимо друг от друга обозначают водород (H) или $C_1$-$C_{16}$ алкил, $X^4$ и $X^5$ независимо друг от друга обозначают водород (H), неразветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_1$-$C_{24}$, или Y, $X^8$ в каждом случае имеет одинаковые или различные значения и представляет собой водород (H), неразветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_2$-$C_{24}$ или незамещенную арильную группу с $C_6$-$C_{24}$. Предложены также варианты способов получения указанных соединений. Предлагаемые кремнийорганические соединения могут использоваться в



RU 2417998 C2

RU 2417998 C2

каучуковых смесях для изготовления формованных изделий. Технический результат - предложенные соединения при связывании с наполнителем не высвобождают летучие спирты, но при этом обладают высокой реакционной способностью по отношению к наполнителю и улучшенной перерабатываемостью. 5 н. и 1 з.п. ф-лы, 7 табл.

RU 2417998 C2

RU 2417998 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 417 998** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
*C07F 7/18* (2006.01)
*C07C 319/06* (2006.01)
*C08L 21/00* (2006.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2006129695/04, 16.08.2006**

(24) Effective date for property rights:
**16.08.2006**

Priority:
(30) Priority:
**17.08.2005 DE 10 2005 038791.8**

(43) Application published: **27.02.2008** Bull. 6

(45) Date of publication: **10.05.2011 Bull. 13**

Mail address:
**101000, Moskva, M.Zlatoustinskij per., 10, kv.15, "EVROMARKPAT", pat.pov. N.V.Kuzenkovoj**

(72) Inventor(s):
**KORT Karsten (DE),**
**KhASSE Andre (DE),**
**VITTsShE Zuzann (DE),**
**KLOKKMANN Oliver (DE),**
**AL'BERT Filipp (DE)**

(73) Proprietor(s):
**Ehvonik Degussa Gmbkh (DE)**

## (54) ORGANOSILICON COMPOUNDS, SYNTHESIS AND USE THEREOF

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention discloses organosilicon compounds of general formula Q-[S-G-Si(-O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$-)$_3$N], where Q denotes $SiX^4_{3-t}X^5_t$-, t equals 0, 1 or 2, Y-C(=O)-Z-C(=O)-, $X^8$-C(=O)-, ($X^8$)HN-C(=O)-, ($X^8$NH-C(=S)-, Y has identical or different values and denotes [-S-G-Si(-O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$-)$_3$N], G has identical or different values and when Q denotes $C_6H_5$-C(=O)-, G denotes a straight or branched, unsubstituted, saturated hydrocarbon chain with two bonds and $C_3$-$C_{30}$, and for the rest of the values of the substitute, Q denotes a straight or branched, unsubstituted, saturated hydrocarbon chain with two bonds and $C_1$-$C_{30}$, Z denotes a straight, unsubstituted, saturated hydrocarbon chain with two bonds and $C_1$-$C_{24}$, $X^1$, $X^2$ and $X^3$ independently denote hydrogen (-H) or $C_1$-$C_{16}$ alkyl, $X^4$ and $X^5$ independently denote hydrogen (-H), a straight, unsubstituted, saturated hydrocarbon chain with one bond and $C_1$-$C_{24}$, or Y, $X^8$ in each case has identical or different values and denotes hydrogen (H), a straight, unsubstituted, saturated hydrocarbon chain with one bond and $C_2$-$C_{24}$ or an unsubstituted aryl group with $C_6$-$C_{24}$. The invention also discloses versions of methods for synthesis of said compounds. Disclosed organosilicon compounds can be used in rubber mixtures for moulding articles.

EFFECT: when bonded with filler, the disclosed compounds do not release volatile alcohol, and have high reaction capacity with respect to the filler and improved processability.

6 cl, 6 tbl, 21 ex

RU 2417998 C2

RU 2417998 C2

Настоящее изобретение относится к кремнийорганическим соединениям, к их получению и к их применению.

Из J. Gen. Chem. USSR (EN) 45, 1975, с.1367 (Voronkov и др.), известен синтез $CH_3$-C(O)-S-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, $CH_3$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и $CH_3$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N путем переэтерификации соответствующих метокси- и этоксисиланов триэтаноламином с высвобождением метанола или этанола.

Из US 4048206 известен синтез соединения общей формулы X'-Z'-Si(OR')$_3$N, где X' может обозначать R''C(O)M', M' может обозначать S, R'' может обозначать алкил, Z' может обозначать двухвалентный углеводород, а R' может обозначать -$CH_2$-$CH_2$- или -$CH(CH_3)$-$CH_2$-. Эти соединения могут помимо прочего использоваться в качестве добавки к синтетическим полимерам.

Из J. Gen. Chem. USSR (EN) 49, 1979, сс.1130-1136 (Voronkov и др.), известен далее синтез соединения R'-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH(CH_3)CH_2$)$_{m'}$(O-$CH_2$-$CH_2$)$_{3-m'}$N путем фотохимически стимулируемого присоединения R'SH к $CH_2$=CH-Si(O-$CH(CH_3)CH_2$)$_{m'}$(O-$CH_2$-$CH_2$)$_{3-m'}$N.

Из J. Gen. Chem. USSR (EN), 49, 1979, сс.529-536, известны соединения формулы R'-S-$(CH_2)_{n'}$Si(O-$CH(CH_3)CH_2$)$_{3-m'}$(O-$CH_2$-$CH_2$)$_{m'}$N.

Из J. Gen. Chem. USSR (EN), 69(3), 1999, сс.394-398 (Sorokin и др.), известен синтез соединений формул $CH_3$-C(O)-S-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, EtO-C(S)-S-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и $Et_2$N-C(S)-S-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N из солей щелочных металлов $CH_3$C(O)S-K, EtO-C(S)-S-K и $Et_2$N-C(S)-S-Na в о-ксилене, соответственно ДМФ.

Из Bull. Acad. Sci. USSR Div. Chem. Sci. (EN), 36, 8, 1987, сс.1745-1747 (Voronkov и др.), известен далее синтез (R'O)$_2$P(S)S$CH_2$Si(O$CH_2CH_2$)$_3$N и (R'O)$_2$P(S)S$(CH_2)_3$Si(O$CH_2CH_2$)$_3$N.

Недостаток известных соединений состоит в их неоптимальной перерабатываемости в каучуковых (резиновых) смесях, прежде всего в придании таким смесям высокой вязкости.

В основу настоящего изобретения была положена задача предложить кремнийорганические соединения, которые при связывании с наполнителем не высвобождали бы никакие летучие спирты и одновременно с этим обладали бы высокой реакционной способностью по отношению к наполнителю и полимеру, а также улучшенной перерабатываемостью, проявляющейся, например, в придании каучуковой смеси низкой вязкости, хорошей экструдируемости, хорошей текучести, приемлемого времени подвулканизации, определяемого по методу Муни, или улучшенного времени инкубации, и/или придавали бы полученному из такой каучуковой смеси вулканизату улучшенные динамические свойства.

Объектом изобретения являются кремнийорганические соединения общей формулы (I)

Q-[S-G-Si(-O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$-)$_3$N (I),

в которой

Q обозначает Si$X^4_{3-t}X^5_t$-, где t равно 0, 1 или 2, Y-C(=O)-Z-C(=O)-, Y-C(=S)-Z-C(=S)-, Y-C(=NR)-Z-C(=NR)-, Y-C(=O)-, Y-C(=S)-, Y-C(=NR)-, Y-S(=O)-, Y-S(=O)$_2$-, ($X^6$)($X^7$)P(=S)-, ($X^6$)($X^7$)P(=O)-, $X^8$-C(=O)-, R-C(=S)-, R-C(=NR)-, R-S-C(=NR)-, R-S-C(=O)-, R-S-C(=S)-, ($X^9$)$_2$N-C(=O)-, ($X^9$)$_2$N-C(=S)-, R-NR-C(=NR)-, ($X^8$)$_2$N-C(=O)-, ($X^8$)$_2$N-C(=S)-, ($X^8$)HN-C(=O)-, ($X^8$)NH-C(=S)-, R-O-C(=O)-, $X^9$-O-C(=S)-, R-O-C(=NR)-, R-S(=O)-, R-S(=O)$_2$-, R-O-S(=O)$_2$-, R-NR-S(=O)$_2$-, R-S-S(=O)$_2$-, R-S-S(-O)-, R-O-S(=O)-, R-NR-S(=O)-, (R-S-)$_2$P(=O)-, (R-S-)$_2$P(=S)-, (R-NR-)$_2$P(=S)-, (R-NR-)$_2$P(=O)-, R-(R-S-)P(=O)-, R-(R-O-)P(=O)-, R-(R-S-)P(=S)-,

R-(R-O-)P(=S)-, R-(R-NR-)P(=O)-, R-(R-NR-)P(=S)-, (R-NR-)(R-S-)P(=O)-, (R-O-)(R-NR-)P(=O)-, (R-O-)(R-S-)P(=O)-, (R-O-)(R-S-)P(=S)-, (R-NR-)(R-S-)P(=S)-, (R-O-)(R-NR-)P(=S)-, (R-O-)(Y)P(=O)-, (R-O-)(Y)P(=S)-, (R-S-)(Y)P(=O)-, (R-S-)(Y)P(=S)-, (R-NR-)(Y)P(=O)-, (R-NR-)(Y)P(=S)-, R-(Y)P(=O)-, R-(Y)P(=S)-, $Y_2P(=O)$-, $Y_2P(-S)$- или $Y_2P(NR)$-,

R имеет одинаковые или различные значения и представляет собой водород (H), неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_1$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_3$-$C_{24}$, более предпочтительно с $C_5$-$C_{18}$, наиболее предпочтительно с $C_8$-$C_{18}$, незамещенную либо замещенную -$NH_2$, HS-, Cl или Br арильную группу с $C_6$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_{10}$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{14}$-$C_{24}$, или незамещенную либо замещенную -$NH_2$-, HS-, Cl или Br аралкильную группу с $C_7$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_9$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{12}$-$C_{24}$,

Y имеет одинаковые или различные значения и представляет собой [-S-G-Si(-O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$-)$_3$N],

G имеет одинаковые или различные значения и, когда Q обозначает $C_6H_5$-C(=O)-, представляет собой неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_3$-$C_{30}$, предпочтительно с $C_3$-$C_{24}$, более предпочтительно с $C_3$ или $C_5$-$C_{20}$, особенно предпочтительно с $C_3$ или $C_6$-$C_{18}$, наиболее предпочтительно с $C_3$ или $C_7$-$C_{18}$, при этом такие углеводородные цепи необязательно могут содержать ненасыщенные фрагменты, такие как двойные и/или тройные связи или же алкилароматические (аралкильные) или ароматические остатки, либо могут быть замещены ими, а в предпочтительном варианте замещенные углеводородные цепи могут быть замещены галогеном, например Cl или Br, группой -COOR или HS-, а при всех остальных значениях заместителя Q представляет собой неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_1$-$C_{30}$, предпочтительно с $C_2$-$C_{24}$, более предпочтительно с $C_3$-$C_{20}$, особенно предпочтительно с $C_3$ или $C_5$-$C_{18}$, наиболее предпочтительно с $C_3$ или $C_6$-$C_{18}$, при этом такие углеводородные цепи необязательно могут содержать ненасыщенные фрагменты, такие как двойные и/или тройные связи или же алкилароматические (аралкильные) или ароматические остатки, либо могут быть замещены ими, а в предпочтительном варианте замещенные углеводородные цепи могут быть замещены галогеном, например Cl или Br, группой -COOR или HS-,

Z обозначает неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_1$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_2$-$C_{24}$, более предпочтительно с $C_4$-$C_{20}$, особенно предпочтительно с $C_6$-$C_{18}$, наиболее предпочтительно с $C_{10}$-$C_{18}$, при этом такие углеводородные цепи необязательно могут содержать ненасыщенные фрагменты, такие как двойные и/или тройные связи или же алкилароматические (аралкильные) или ароматические остатки, либо могут быть замещены ими, а в предпочтительном варианте замещенные углеводородные цепи могут быть замещены галогеном, например Cl или Br, группой -COOR или HS-, или обозначает функционализованную по меньшей мере двумя NH-группами, алифатическую или ароматическую, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с двумя связями, например -NH-$T^1$-NH- или -NH-$T^1$-$CH_2$-$T^2$-NH-, где $T^1$ и $T^2$ могут иметь одинаковые или различные значения и могут представлять собой углеводородную

цепь с двумя связями, ароматический остаток или алкилароматический остаток, необязательно замещенный -Cl, -Br, $-NH_2$, $-NO_2$, -O-алкилом с $C_1$-$C_{10}$ или метилом,

$X^1$, $X^2$ и $X^3$ независимо друг от друга обозначают водород (-H), $C_1$-$C_{16}$алкил, предпочтительно $C_1$-$C_8$алкил, наиболее предпочтительно метил или этил, или арил, предпочтительно фенил,

$X^4$ и $X^5$ независимо друг от друга обозначают водород (-H), неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_1$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_4$-$C_{20}$, более предпочтительно с $C_8$-$C_{20}$, наиболее предпочтительно метил, этил, бутил, $C_8$алкил, $C_{16}$алкил или $C_{18}$алкил, $C_1$-$C_{18}$алкоксигруппу, предпочтительно метокси-, этокси-, пропокси-, $C_8$алкокси-, $C_{12}$алкокси-, $C_{16}$алкокси- или $C_{18}$алкоксигруппу, арильную группу, предпочтительно фенил, группу простого алкилового эфира O-($CR^I_2$-$CR^I_2$)-O-Alk либо группу простого алкилового полиэфира O-($CR^I_2$-$CR^I_2O)_y$-Alk, где y равно 2-25, предпочтительно 2-15, более предпочтительно 3-10, наиболее предпочтительно 3-6, $R^I$ в каждом случае независимо обозначает H или алкильную группу, предпочтительно $CH_3$-группу, а Alk представляет собой линейную или разветвленную, насыщенную или ненасыщенную алкильную цепь с 1-30 атомами углерода ($C_1$-$C_{30}$), предпочтительно с $C_1$-$C_{20}$, более предпочтительно с $C_4$-$C_{18}$, наиболее предпочтительно с $C_8$-$C_{16}$, или обозначают аралкильную группу, предпочтительно -$CH_2$-$CH_2$-фенил, галоген, предпочтительно F-, Cl- или Br-, остаток Alk-(COO), предпочтительно ацетоксигруппу, $C_{11}H_{23}$(COO), $C_{13}H_{27}$(COO), $C_{15}H_{31}$(COO) или $C_{17}H_{35}$(COO), либо обозначают Y, предпочтительно обозначают [-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N], [-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N], [-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N], [-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N], [-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N], [-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N], [-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N], [-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N], [-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N] или [-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N],

$X^6$ и $X^7$ независимо друг от друга обозначают водород (-H), -OH, -SH, неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_1$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_3$-$C_{20}$, более предпочтительно с $C_6$-$C_{20}$, особенно предпочтительно с $C_8$-$C_{20}$, наиболее предпочтительно метил, этил, н-пропил, изопропил, н-бутил, трет-бутил, $C_6$алкил, $C_6$циклоалкил, $C_8$алкил, $C_{16}$алкил или $C_{18}$алкил, $C_4$-$C_{24}$алкоксигруппу, предпочтительно $C_6$-$C_{24}$алкоксигруппу, более предпочтительно $C_8$-$C_{24}$алкоксигруппу, особенно предпочтительно $C_{10}$-$C_{18}$алкоксигруппу, наиболее предпочтительно $C_6$алкоксигруппу, $C_6$циклоалкилоксигруппу, $C_8$алкоксигруппу, $C_{12}$алкоксигруппу, $C_{16}$алкоксигруппу или $C_{18}$алкоксигруппу, арильную группу, предпочтительно фенил, группу простого алкилового эфира O-($CR^I_2$-$CR^I_2$)-O-Alk либо группу простого алкилового полиэфира O-($CR^I_2$-$CR^I_2O)_y$-Alk, аралкильную группу, предпочтительно -$CH_2$-$CH_2$-фенил, галоген, предпочтительно F-, Cl- или Br-, или остаток Alk-(COO), предпочтительно ацетоксигруппу, $C_{11}H_{23}$(COO), $C_{13}H_{27}$(COO), $C_{15}H_{31}$(COO) или $C_{17}H_{35}$(COO),

$X^8$ в каждом случае имеет одинаковые или различные значения и представляет собой водород (H), неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с одной

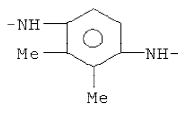
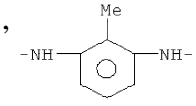
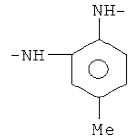
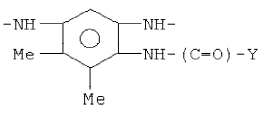
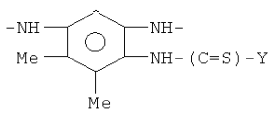
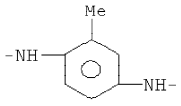
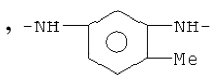
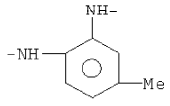
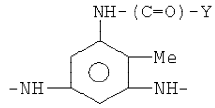
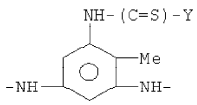
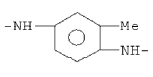
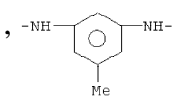
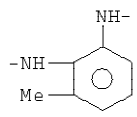
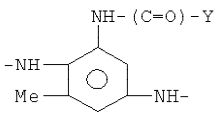
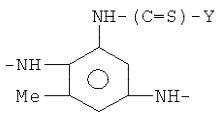
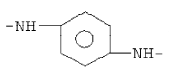
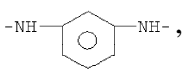
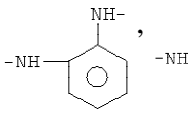
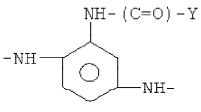
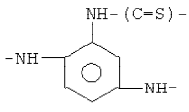
связью и с $C_2$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_7$-$C_{24}$, более предпочтительно с $C_7$ или $C_9$-$C_{19}$, наиболее предпочтительно с $C_7$ или $C_{11}$-$C_{17}$, замещенную, предпочтительно замещенную -$NH_2$, HS-, Cl, Br, O-алкилом, -NCO или -NCS, арильную группу с $C_6$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_{10}$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{14}$-$C_{24}$, незамещенную арильную группу с $C_6$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_{10}$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{14}$-$C_{24}$, или незамещенную либо замещенную, предпочтительно замещенную -$NH_2$, HS-, Cl, Br, O-алкилом, -NCO или -NCS, аралкильную группу с $C_7$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_9$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{12}$-$C_{24}$,

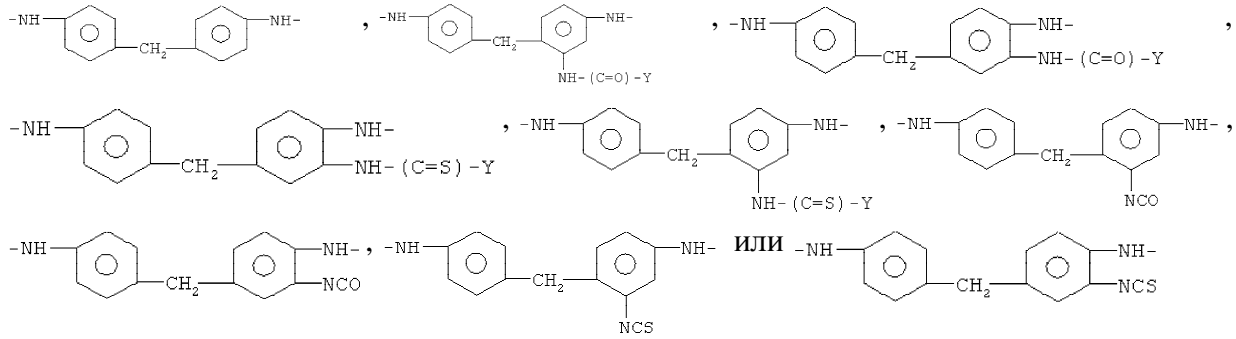
$X^9$ в каждом случае имеет одинаковые или различные значения и представляет собой водород (H), неразветвленную, циклическую или разветвленную, замещенную или незамещенную, насыщенную или ненасыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_4$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_6$-$C_{24}$, более предпочтительно с $C_7$-$C_{18}$, наиболее предпочтительно с $C_9$-$C_{16}$, замещенную, предпочтительно замещенную -$NH_2$, HS-, Cl, Br, O-алкилом, -NCO или -NCS, арильную группу с $C_6$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_{10}$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{14}$-$C_{24}$, незамещенную арильную группу с $C_7$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_{10}$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{14}$-$C_{24}$, или незамещенную либо замещенную, предпочтительно замещенную -$NH_2$, HS-, Cl, Br, O-алкилом, -NCO или -NCS, аралкильную группу с $C_7$-$C_{24}$, предпочтительно с $C_9$-$C_{24}$, наиболее предпочтительно с $C_{12}$-$C_{24}$.

В предпочтительном варианте R может обозначать метил, этил, пропил, бутил, циклогексильную группу, $C_7H_{15}$-, $C_9H_{19}$-, $C_{11}H_{23}$-, $C_{13}H_{27}$-, $C_{15}H_{31}$-группу, фенильную, п-толильную, о-толильную или м-толильную группу. Замещенные углеводородные группы R могут быть замещены галогеном, -COOR или HS-.

В предпочтительном варианте G может обозначать -$CH_2$-, -$CH_2CH_2$-, -$CH_2CH_2CH_2$-, -$CH_2CH_2CH_2CH_2$-, -$CH(CH_3)$-, -$CH_2CH(CH_3)$-, -$CH(CH_3)CH_2$-, -$C(CH_3)_2$-, -$CH(C_2H_5)$-, -$CH_2CH_2CH(CH_3)$-, -$CH(CH_3)$-$CH_2CH_2$-, -$CH_2CH(CH_3)CH_2$-, -$CH_2$-$C_6H_4$-$CH_2$-, -$CH_2$-$C_6H_4$-$CH_2$-$CH_2$- или -$CH_2$-$CH_2$-$C_6H_4$-$CH_2$-$CH_2$-.

В предпочтительном варианте Z может обозначать -$CH_2$-, -$CH_2CH_2$-, -$CH_2CH_2CH_2$-, -$CH_2CH_2CH_2CH_2$-, -$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2$-, -$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2$-, -$CH(CH_3)$-, -$CH_2CH(CH_3)$-, -$CH(CH_3)CH_2$-, -$C(CH_3)_2$-, -$CH(C_2H_5)$-, -$CH_2CH_2CH(CH_3)$-, -$CH(CH_3)$-$CH_2CH_2$-, -$CH_2CH(CH_3)CH_2$-, -$C_4H_8$-, -$C_6H_{12}$-, -$C_8H_{16}$-, -$C_{10}H_{20}$-, -$C_{12}H_{24}$-, -$C_6H_4$-, -$CH_2$-$C_6H_4$-$CH_2$-, -$CH_2$-$C_6H_4$-$CH_2$-$CH_2$-, -$CH_2$-$CH_2$-$C_6H_4$-$CH_2$-$CH_2$-, -NH-$(CH_2)_2$-NH-, -NH-$(CH_2)_3$-NH-, -NH-$(CH_2)_4$-NH-, -NH-$(CH_2)_5$-NH-, -NH-$(CH_2)_6$-NH-, -NH-$(CH_2)_7$-NH-, -NH-$(CH_2)_8$-NH-, -NH-$(CH_2)_9$-NH-, -NH-$(CH_2)_{10}$-NH-, -NH-$(CH_2)_{11}$-NH-, -NH-$(CH_2)_{12}$-NH-,

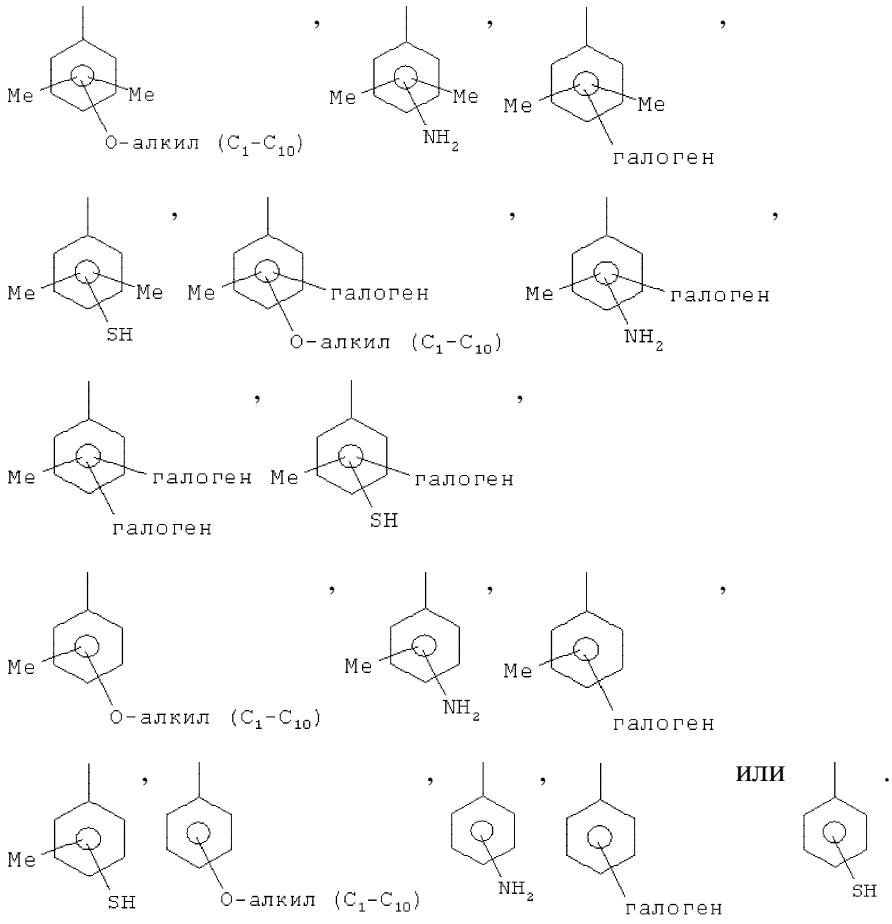


$X^4$ и $X^5$ в предпочтительном варианте могут обозначать метил, этил, пропил, бутил, циклогексильную группу, $C_7H_{15}$-, $C_8H_{17}$-, $C_9H_{19}$-, $C_{11}H_{23}$-, $C_{13}H_{27}$-, $C_{15}H_{31}$-, $C_{16}H_{33}$-группу, фенильную, п-толильную, о-толильную или м-толильную группу.

В предпочтительном варианте $X^8$ может обозначать пропил, бутил, циклогексильную группу, $C_7$-$C_{15}$-, $C_8H_{17}$-, $C_9H_{19}$-, $C_{11}H_{23}$-, $C_{13}H_{27}$-, $C_{15}H_{31}$-, $C_{17}H_{35}$-группу, фенильную, п-толильную, о-толильную или м-толильную группу. Замещенные углеводородные цепи $X^8$ могут быть замещены галогеном, -COOR или HS-.

В предпочтительном варианте $X^9$ может обозначать пропил, бутил, циклогексильную группу, $C_7H_{15}$-, $C_9H_{19}$-, $C_{11}H_{23}$-, $C_{13}H_{27}$-, $C_{15}H_{31}$-группу, п-толильную, о-толильную или м-толильную группу. Замещенные углеводородные цепи $X^9$ могут быть замещены галогеном, -COOR или HS-.

К наиболее предпочтительным замещенным арильным группам и аралкильным группам в качестве значений $X^8$ и $X^9$ можно отнести следующие:



Кремнийорганические соединения общей формулы (I) могут представлять собой смеси кремнийорганических соединений общей формулы (I). Кремнийорганические

соединения общей формулы (I) могут также представлять собой гидролизаты кремнийорганических соединений общей формулы (I). Кремнийорганические соединения общей формулы (I), в которой Q обозначает $X^8$-C(=O)-, могут представлять собой следующие соединения:

$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$H,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$H,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
фенил-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
фенил-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
фенил-C(O)-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_5H_{11}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N,

$C_5H_{11}$-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}$-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{17}H_{35}$-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
фенил-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
фенил-C(O)-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N или
фенил-C(O)-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N.

Кремнийорганические соединения общей формулы (I) могут далее представлять собой следующие соединения: $Me_3$Si-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$Me_3$Si-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$Me_3$Si-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$Me_3$Si-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$Me_3$Si-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$Me_2$Si-[S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N]$_2$,
$Me_2$Si-[S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N]$_2$,
$Me_2$Si-[S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N]$_2$,
$Me_2$Si-[S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N]$_2$,
$Me_2$Si-[S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N]$_2$,
MeSi-[S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,

$MeSi\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_4H_9Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_4H_9Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_4H_9Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_4H_9Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_4H_9Si\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_8H_{17}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_8H_{17}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_8H_{17}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_8H_{17}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_8H_{17}Si\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_{16}H_{33}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_{16}H_{33}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_{16}H_{33}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_{16}H_{33}Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_{16}H_{33}Si\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$Me_3Si\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N$,
$Me_3Si\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N$,
$Me_3Si\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N$,
$Me_3Si\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N$,
$Me_3Si\text{-}S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N$,
$Me_2Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_2$,
$Me_2Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_2$,
$Me_2Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_2$,
$Me_2Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_2$,
$Me_2Si\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_2$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$MeSi\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_3H_7Si\text{-}[S\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_4H_9Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,
$C_4H_9Si\text{-}[S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-})_3N]_3$,

$C_4H_9Si$-[S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_4H_9Si$-[S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_4H_9Si$-[S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_8H_{17}Si$-[S-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_8H_{17}Si$-[S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_8H_{17}Si$-[S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_8H_{17}Si$-[S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_8H_{17}Si$-[S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_{16}H_{33}Si$-[S-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_{16}H_{33}Si$-[S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_2)$-$CH_2$-)$_3$N]$_2$,
$C_{16}H_{33}Si$-[S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$,
$C_{16}H_{33}Si$-[S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$ или
$C_{16}H_{33}Si$-[S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH(CH_3)$-$CH_2$-)$_3$N]$_3$.

Кремнийорганические соединения общей формулы (I), в которой Q обозначает $(X^8)_2$N-C(=O)-, могут представлять собой следующие соединения, в которых M' обозначает S или O: $C_3H_7$NH-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_7$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_7$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_7$NH-C(M')-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_7$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_5$NH-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_5$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_5$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_5$NH-C(M')-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_3H_5$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9$NH-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9$NH-C(M')-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$NH-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}$NH-C(M')-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$NH-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}$NH-C(M')-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$NH-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$NH-C(M')-S-$CH_2$-$CH(CH_3)$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}$NH-C(M')-S-$CH(CH_3)$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}$NH-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,

$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
фенилNH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
фенилNH-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$N,
фенилNH-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-$CH_2$-$CH_2$-)$_3$M,
$C_4H_9NH$-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9NH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_4H_9NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}NH$-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}MH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_7H_{15}NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}NH$-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}NH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_9H_{19}NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}NH$-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}NH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{11}H_{23}NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$H,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{13}H_{27}NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
$C_{15}H_{31}NH$-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
фенилNH-C(M')-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N,
фенилNH-C(M')-S-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$NH или
фенилNH-C(M')-S-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(-O-CH($CH_3$)-$CH_2$-)$_3$N.

Кремнийорганические соединения общей формулы (I), в которой Q обозначает Y-

C(=M')-Z-C(C=M')-, где M' здесь и ниже обозначает S или O, могут представлять собой следующие соединения:

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-CH_2-S-C(M')-NH-(орто)C_6H_4-NH-C(M')-S-CH_2-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-CH_2-S-C(M')-NH-(мета)C_6H_4-NH-C(M')-S-CH_2-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3H$,

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-CH_2-S-C(M')-NH-(пара)C_6H_4-NH-C(M')-S-CH_2-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_2-S-C(M')-NH-(орто)C_6H_4-NH-C(M')-S-(CH_2)_2-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

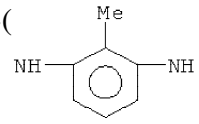
$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_2-S-C(M')-NH-(мета)C_6H_4-NH-C(M')-S-(CH_2)_2-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

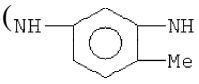
$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_2-S-C(M')-NH-(пара)C_6H_4-NH-C(M')-S-(CH_2)_2-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

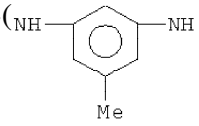
$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_3-S-C(M')-NH-(орто)C_6H_4-NH-C(M')-S-(CH_2)_3-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

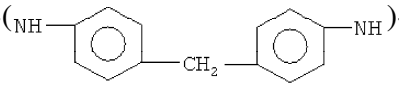
$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_3-S-C(M')-NH-(мета)C_6H_4-NH-C(M')-S-(CH_2)_3-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_3-S-C(M')-NH-(пара)C_6H_4-NH-C(M')-S-(CH_2)_3-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_3-S-C(M')-$$-C(M')-S-(CH_2)_3-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$,

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_3-S-C(M')-$$-C(M')-S-(CH_2)_3-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3H$,

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_3-S-C(M')-$$-C(M')-S-(CH_2)_3-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3H$ или

$N(-CH_2-CH_2-O-)_3Si-(CH_2)_3-S-C(M')-$$-C(M')-S-(CH_2)_3-Si(-O-CH(CH_3)-CH_2-)_3N$.

Кремнийорганические соединения общей формулы (I) могут представлять собой, кроме того, следующие соединения:

$N(CH_2-CH_2-O)_3Si-CH_2-S-C(O)-C_2H_4-C(O)-S-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$,

$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_2-S-C(O)-C_2H_4-C(O)-S-(CH_2)_2-Si(OCH_2CH_2)_3N$,

$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_3-S-C(O)-C_2H_4-C(O)-S-(CH_2)_3-Si(OCH_2CH_2)_3N$,

$N(CH_2-CH_2-O)_3Si-CH_2-S-C(O)-C_4H_8-C(O)-S-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$,

$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_2-S-C(O)-C_4H_8-C(O)-S-(CH_2)_2-Si(OCH_2CH_2)_3N$,

$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_3-S-C(O)-C_4H_8-C(O)-S-(CH_2)_3-Si(OCH_2CH_2)_3N$,

$N(CH_2-CH_2-O)_3Si-CH_2-S-C(O)-C_6H_{12}-C(O)-S-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$,

$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_2-S-C(O)-C_6H_{12}-C(O)-S-(CH_2)_2-Si(OCH_2CH_2)_3N$,

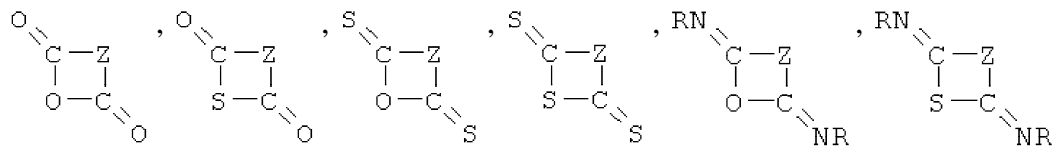
$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_3-S-C(O)-C_6H_{12}-C(O)-S-(CH_2)_3-Si(OCH_2CH_2)_3N$,

$N(CH_2-CH_2-O)_3Si-CH_2-S-C(O)-C_8H_{16}-C(O)-S-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_2-S-C(O)-C_8H_{16}-C(O)-S-(CH_2)_2-Si(OCH_2CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH_2O)_3Si-(CH_2)_3-S-C(O)-C_8H_{16}-C(O)-S-(CH_2)_3-Si(OCH_2CH_2)_3N$,
$N(CH_2-CH_2-O)_3Si-CH_2-S-C(O)-C_{10}H_{20}-C(O)-S-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH_2O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_{10}H_{20}-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH_2CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH_2O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_{10}H_{20}-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH_2CH_2)_3N$,
$N(CH_2-CH_2-O)_3Si-CH_2-S-C(O)-C_6H_4-C(O)-S-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH_2O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_6H_4-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH_2CH_2)_3N$,
$H(CH_2CH_2O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_6H_4-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH_2CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3SiCH_2-S-C(O)-C_2H_4-C(O)-S-CH_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_2H_4-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_2H_4-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3SiCH_2-S-C(O)-C_4H_8-C(O)-S-CH_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_4H_8-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_4H_8-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3SiCH_2-S-C(O)-C_6H_{12}-C(O)-S-CH_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_6H_{12}-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_6H_{12}-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3SiCH_2-S-C(O)-C_8H_{16}-C(O)-S-CH_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_8H_{16}-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_8H_{16}-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3SiCH_2-S-C(O)-C_{10}H_{20}-C(O)-S-CH_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_{10}H_{20}-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_{10}H_{20}-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3SiCH_2-S-C(O)-C_6H_4-C(O)-S-CH_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$,
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_2-S-C(O)-C_6H_4-C(O)-S-(CH_2)_2Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$ или
$N(CH_2CH(CH_3)O)_3Si(CH_2)_3-S-C(O)-C_6H_4-C(O)-S-(CH_2)_3Si(OCH(CH_3)CH_2)_3N$.

Еще одним объектом изобретения является способ получения предлагаемых в нем кремнийорганических соединений, отличающийся тем, что по меньшей мере одно кремнийорганическое соединение общей формулы (II)

$X^{10}[S-G-Si(-CX^1X^2-CX^1X^3-)_3N]$ (II),

в которой G, $X^1$, $X^2$ и $X^3$ имеют указанные выше значения, а X обозначает H, щелочной металл, например Li, Na или K, щелочноземельный металл или аммониевый катион, например алкиламмониевый катион, диалкиламмониевый катон, триалкиламмониевый катион или тетраалкиламмониевый катион, подвергают взаимодействию с по меньшей мере одним ангидридом органической или неорганической кислоты, галогенангидридом органической или неорганической кислоты либо органическим или неорганическим сложным эфиром из группы, включающей



Y-C(=O)-O-C(=O)-Y, Y-C(=S)-O-C(=S)-Y, Y-C(=NR)-O-C(=NR)-Y, Y-C(=O)-S-C(=O)-Y, Y-C(=S)-S-C(=S)-Y, Y-C(=NR)-S-C(=NR)-Y, Y-S(=O)-O-S(=O)-Y, $Y-S(=O)_2-O-S(=O)_2-Y$, $X^8$-C(=O)-O-C(=O)-$X^8$, $X^8$-C(=O)-S-C(=O)-$X^8$, R-C(=S)-O-C(=O)-R, R-C(-S)-S-C(=O)-R, R-

S-C(=O)-O-C(=O)-S-R, R-S-C(=O)-S-C(=O)-S-R, R-S-C(=S)-O-C(=S)-S-R, R-S-C(=S)-S-C(=S)-S-R, R-O-C(=O)-O-C(=O)-OR, R-O-C(=O)-S-C(=O)-OR, R-O-C(=S)-O-C(=S)-OR, R-O-C(=S)-S-C(=S)-OR, R-S(=O)-O-S(=O)-R, R-S(=O)-S-S(=O)-R, R-O-S(=O)-O-S(=O)-O-R, R-O-S(=O)-S-S(=O)-O-R, R-O-S(=S)-O-S(=S)-O-R, R-O-S(=S)-S-S(=S)-O-R, R-S-S(=O)-O-S(=O)-S-R, R-S-S(=O)-S-S(=O)-S-R, R-S-S(=S)-O-S(=S)-S-R, R-S-S(=S)-S-S(=S)-S-R, $R\text{-}S(=O)_2\text{-}O\text{-}S(=O)_2\text{-}R$, $R\text{-}S(=O)_2\text{-}S\text{-}S(=O)_2\text{-}R$, $R\text{-}S(=S)_2\text{-}O\text{-}S(=S)_2\text{-}R$, $R\text{-}S(=S)_2\text{-}S\text{-}S(=S)_2\text{-}R$, $R\text{-}O\text{-}S(=O)_2\text{-}O\text{-}S(=O)_2\text{-}O\text{-}R$, $R\text{-}O\text{-}S(=O)_2\text{-}S\text{-}S(=O)_2\text{-}O\text{-}R$, $R\text{-}O\text{-}S(=S)_2\text{-}O\text{-}S(=S)_2\text{-}O\text{-}R$, $R\text{-}O\text{-}S(=S)_2\text{-}S\text{-}S(=S)_2\text{-}O\text{-}R$, $R\text{-}S\text{-}S(-O)_2\text{-}O\text{-}S(=O)_2\text{-}S\text{-}R$, $R\text{-}S\text{-}S(=O)_2\text{-}S\text{-}S(=O)_2\text{-}S\text{-}R$, $R\text{-}S\text{-}S(=S)_2\text{-}O\text{-}S(=S)_2\text{-}S\text{-}R$, $R\text{-}S\text{-}S(=S)_2\text{-}S\text{-}S(=S)_2\text{-}S\text{-}R$, $SiX^4{}_sX^5{}_{2-s}(Y)\text{-}S\text{-}SiX^4{}_sX^5{}_{2-s}(Y)$, $SiX^4{}_{3-t}X^5{}_t\text{-}S\text{-}SiX^4{}_{3-t}X^5{}_t$, $Y_2SiX^4\text{-}S\text{-}SiX^5Y_2$, $Y_2P(=O)\text{-}S\text{-}P(=O)Y_2$, $Y_2P(=S)\text{-}S\text{-}P(=S)Y_2$, $SiX^4{}_{3-t}\text{-}X^5{}_t$-галоген, галоген-C(=O)-Z-C(=O)-галоген, галоген-C(=S)-Z-C(=S)-галоген, галоген-C(=NR)-Z-C(=NR)-галоген, Y-C(=O)-Z-C(=O)-галоген, Y-C(=S)-Z-C(=S)-галоген, Y-C(=NR)-Z-C(=NR)-галоген, галоген-C(=O)-галоген, галоген-C(=S)-галоген, галоген-C(=NR)-галоген, галоген-S(=O)-галоген, галоген-$S(=O)_2$-галоген, Y-C(=O)-галоген, Y-C(=S)-галоген, Y-C(=NR)-галоген, Y-S(=O)-галоген, Y-$S(=O)_2$-галоген, $(X^6)(X^7)P(=S)$-галоген, $(X^6)(X^7)P(=O)$-галоген, $X^8$-C(=O)-галоген, R-C(=S)-галоген, R-C(=NR)-галоген, R-S-C(=NR)-галоген, R-S-C(=O)-галоген, R-S-C(=S)-галоген, $(X^9)_2N\text{-}C(=O)$-галоген, $(X^9)_2N\text{-}C(\text{-}S)$-галоген, R-NR-C(=NR)-галоген, R-O-C(=O)-галоген, $X^9$-O-C(=S)-галоген, R-O-C(=NR)-галоген, R-S(=O)-галоген, R-$S(=O)_2$-галоген, R-O-$S(=O)_2$-галоген, R-NR-$S(=O)_2$-галоген, R-S-$S(=O)_2$-галоген, R-S-S(=O)-галоген, R-O-S(=O)-галоген, R-NR-S(=O)-галоген, $(R\text{-}S\text{-})_2P(=O)$-галоген, $(R\text{-}S\text{-})_2P(=S)$-галоген, $(R\text{-}NR\text{-})_2P(=S)$-галоген, $(R\text{-}NR\text{-})_2P(=O)$-галоген, R-(R-S-)P(=O)-галоген, R-(R-O-)P(O)-галоген, R-(R-S-)P(=S)-галоген, R-(R-O-)-R-галоген, R-(R-NR-)P(=O)-галоген, R-(R-NR-)P(=S)-галоген, (R-NR-)(R-S-)P(=O)-галоген, (R-O-)(R-NR-)P(=O)-галоген, (R-O-)(R-S-)P(=O)-галоген, (R-O-)(R-S-)P(=S)-галоген, (R-NR-)(R-S-)P(=S)-галоген, (R-O-)(R-NR-)P(=S)-галоген, $(R\text{-}O\text{-})P(=O)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}O\text{-})P(=S)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}S\text{-})P(=O)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}S\text{-})P(=S)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}NR\text{-})P(=O)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}NR\text{-})P(=S)(O\text{-}R)_2$, $R\text{-}P(=O)(O\text{-}R)_2$, $R\text{-}P(=S)(O\text{-}R)_2$, (R-O-)(Y)P(=O)-галоген, (R-O-)(Y)P(=S)-галоген, (R-S-)(Y)P(=O)-галоген, (R-S-)(Y)P(=S)-галоген, (R-NR-)(Y)P(=O)-галоген, (R-NR-)(Y)P(=S)-галоген, R-(Y)P(=O)-галоген, R-(Y)P(=S)-галоген, R(=O)(галоген)$_3$, R(=S)(галоген)$_3$, R(NR)(галоген)$_3$, Y-R(=O)(галоген)$_2$, Y-P(=S)(галоген)$_2$, Y-P(NR)(галоген)$_2$, $Y_2R(=O)$-галоген, $Y_2R(=S)$-галоген, $Y_2P(NR)$-галоген, $SiX^4{}_{3-t}X^5{}_t\text{-}O\text{-}R$, $SiX^4{}_2\text{-}(O\text{-}R)_2$, $SiX^5\text{-}(O\text{-}R)_3$, R-O-C(=O)-Z-C(=O)-O-R, R-O-C(-S)-Z-C(=S)-O-R, R-O-C(=NR)-Z-C(=NR)-O-R, галоген-C(=O)-Z-C(=O)-O-R, галоген-C(=S)-Z-C(=S)-O-R, галоген-C(=NR)-Z-C(=NR)-O-R, R-O-C(=O)-Z-C(=O)-O-R, R-O-C(=S)-Z-C(=S)-O-R, R-O-C(=NR)-Z-C(=NR)-O-R, Y-C(=O)-Z-C(=O)-O-R, Y-C(=S)-Z-C(=S)-O-R, Y-C(=NR)-Z-C(=NR)-O-R, галоген-C(=O)-O-R, галоген-C(=S)-O-R, галоген-C(=NR)-O-R, галоген-S(=O)-O-R, галоген-$S(=O)_2$-O-R, R-O-C(=O)-O-R, R-O-C(=S)-O-R, R-O-C(=NR)-O-R, R-O-S(=O)-O-R, R-O-$S(=O)_2$-O-R, Y-C(=O)-O-R, Y-C(=S)-O-R, Y-C(=NR)-O-R, Y-S(=O)-O-R, Y-$S(-O)_2$-O-R, $(X^6)(X^7)P(=S)$-O-R, $(X^6)(X^7)P(=O)$-O-R, $X^8$-C(=O)-O-R, R-C(=S)-O-R, R-C(=NR)-O-R, R-S-C(=NR)-O-R, R-S-C(=O)-O-R, R-S-C(=S)-O-R, $(X^9)_2N\text{-}C(=O)$-O-R, $(X^9)_2N\text{-}C(=S)$-O-R, R-NR-C(=NR)-O-R, $X^9$-O-C(=S)-O-R, R-S(=O)-O-R, R-$S(=O)_2$-O-R, R-NR-$S(=O)_2$-O-R, R-S-$S(-O)_2$-O-R, R-S-S(=O)-O-R, R-NR-S(=O)-O-R, $(R\text{-}NR\text{-})_2P(=S)$-O-R, $(R\text{-}NR\text{-})_2P(=O)$-O-R, R-(R-S-)P(=O)-O-R, R-(R-S-)P(=S)-O-R, R-(R-NR-)P(=O)-O-R, R-(R-NR-)P(=S)-O-R, (R-NR-)(R-S-)P(=O)-O-R, (R-O-)(R-NR-)P(=O)-O-R, (R-NR-)(R-S-)P(=S)-O-R, $(R\text{-}S\text{-})P(=O)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}S\text{-})P(=S)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}NR\text{-})P(=O)(O\text{-}R)_2$, $(R\text{-}NR\text{-})P(=S)(O\text{-}R)_2$, $R\text{-}P(=O)(O\text{-}R)_2$, $R\text{-}P(=S)(O\text{-}R)_2$, (R-S-)(Y)P(=O)-O-R, (R-S-)(Y)P(=S)-O-R, (R-NR-)(Y)P(=O)-O-R, (R-NR-)(Y)P(=S)-O-R, R-(Y)P(=O)-O-R, R-(Y)P(=S)-O-R, $P(=O)(O\text{-}R)_3$, $P(=S)(O\text{-}R)_3$,

P(NR)(O-R), Y-P(=O)(O-R)$_2$, Y-P(=S)(O-R)$_2$, Y-P(NR)(O-R)$_2$, Y$_2$P(=O)-O-R, Y$_2$P(=S)-O-R или Y$_2$P(NR)-O-R, SiX$^4_{3-t}$X$^5_t$-S-R, SiX$^4_2$-(S-R)$_2$, SiX$^5$-(S-R)$_3$, R-O-C(=O)-Z-C(=O)-S-R, R-O-C(=S)-Z-C(=S)-S-R, R-O-C(=NR)-Z-C(=NR)-S-R, галоген-C(=O)-Z-C(=O)-S-R, галоген-C(=S)-Z-C(=S)-S-R, галоген-C(=NR)-Z-C(=NR)-S-R, R-S-C(=O)-Z-C(=O)-S-R,R-S-C(=S)-Z-C(=S)-S-R, R-S-C(=NR)-Z-C(=NR)-S-R, Y-C(=O)-Z-C(=O)-S-R, Y-C(=S)-Z-C(=S)-S-R, Y-C(=NR)-Z-C(=NR)-S-R, галоген-C(=O)-S-P, галоген-C(=S)-S-P, галоген-C(=NR)-S-R, галоген-S(=O)-S-P, галоген-S(=O)$_2$-S-R, R-S-C(=O)-S-R, R-S-C(=S)-S-R, R-S-C(=NR)-S-R, R-S-S(=O)-S-R, R-S-S(=O)$_2$-S-R, Y-C(=O)-S-R, Y-C(=S)-S-R, Y-C(=NR)-S-R, Y-S(=O)-S-R, Y-S(=O)$_2$-S-R, (X$^6$)(X$^7$)P(=S)-S-R, (X$^6$)(X$^7$)P(=O)-S-R, X$^8$-C(=O)-S-R, R-C(=S)-S-R, R-C(=NR)-S-R, (X$^9$)$_2$N-C(=O)-S-R, (X$^9$)$_2$N-C(=S)-S-R, R-NR-C(=NR)-S-R, X$^9$-O-C(=S)-S-R, R-S(=O)-S-R, R-S(=O)$_2$-S-R, R-NR-S(=O)$_2$-S-R, R-NR-S(=O)-S-R, (R-NR-)$_2$P(=S)-S-R, (R-NR-)$_2$P(=O)-S-R, R-(R-O-)P(=O)-S-R, R-(R-O-)P(=S)-S-R, R-(R-NR-)P(=O)-S-R, R-(R-NR-)P(=S)-S-R, (R-O-)(R-NR-)P(=O)-S-R, (R-O-)(R-NR-)P(=S)-S-R, (R-O-)P(=O)(S-R)$_2$, (R-O-)P(=S)(S-R)$_2$, (R-S-)P(=O)(S-R)$_2$, (R-NR-)P(=O)(S-R)$_2$, (R-NR-)P(=S)(S-R)$_2$, R-P(=O)(S-R)$_2$, R-P(=S)(S-R)$_2$, (R-O-)(Y)P(=O)-S-R, (R-O-)(Y)P(=S)-S-R, (R-NR-)(Y)P(=O)-S-R, (R-NR-)(Y)P(=S)-S-R, (R-(Y)P(=O)-S-R, R-(Y)P(=S)-S-R, P(=O)(S-R)$_3$, P(=S)(S-R)$_3$, P(NR)(S-R)$_3$, Y-P(=O)(S-R)$_2$, Y-P(=S)(S-R)$_2$, Y-P(NR)(S-R)$_2$, Y$_2$P(=O)-S-R, Y$_2$P(=S)-S-R или Y$_2$P(NR)-S-R, где R, Y, Z, X$^4$, X$^5$, X$^6$, X$^7$, X$^8$, X$^9$ и t имеют указанные выше значения, а s равно 1 или 2.

В качестве хлорангидридов органических или неорганических кислот в предпочтительном варианте можно использовать хлорангидриды карбоновых кислот, хлорангидриды дикарбоновых кислот, дихлорангидриды дикарбоновых кислот, галогенсодержащие соединения фосфора, наиболее предпочтительно P(=O)Cl$_3$ или P(=S)Cl$_3$, или галогенсодержащие кремнийорганические соединения вида X$^4$X$^5$X$^4$SiCl, X$^4$X$^5$X$^4$SiBr, X$^4$X$^5$SiCl$_2$, X$^4$X$^5$SiBr$_2$, X$^4$SiCl$_3$ или X$^3$SiBr$_3$, наиболее предпочтительно Me$_3$SiCl, C$_3$H$_7$-SiCl$_3$, C$_4$H$_9$-SiCl$_3$, C$_8$H$_{17}$-SiCl$_3$ или C$_{16}$H$_{33}$-SiCl$_3$.

Указанное выше взаимодействие можно проводить в присутствии вспомогательного основания в приемлемом растворителе.

В качестве вспомогательного основания можно использовать, например, амины, предпочтительно диалкилзамещенные амины, наиболее предпочтительно триалкилзамещенные амины.

В качестве растворителя можно использовать непротонные растворители. В качестве таких непротонных растворителей можно применять алканы, предпочтительно пентан, циклогексан или гептан, ароматические соединения или замещенные ароматические соединения, предпочтительно бензол, толуол, ксилол или мезитилен.

Кремнийорганические соединения формулы (II) могут представлять собой, например, следующие соединения: HS-CH$_2$-Si(-O-CH$_2$-CH$_2$-)$_3$N, HS-CH$_2$-CH$_2$-Si(-O-CH$_2$-CH$_2$-)$_3$N, HS-CH$_2$-CH$_2$-CH$_2$-Si(-O-CH$_2$-CH$_2$-)$_3$N, HS-CH$_2$-CH(CH$_3$)-CH$_2$-Si(-O-CH$_2$-CH$_2$-)$_3$N, HS-CH$_2$-Si(-O-CH(CH$_3$)-CH$_2$-)$_3$N, HS-CH$_2$-CH$_2$-Si(-O-CH(CH$_3$)-CH$_2$-)$_3$N, HS-CH$_2$-CH$_2$-CH$_2$-Si(-O-CH(CH$_3$)-CH$_2$-)$_3$N или HS-CH$_2$-CH(CH$_3$)-CH$_2$-Si(-O-CH(CH$_3$)-CH$_2$-)$_3$N.

Кремнийорганические соединения общей формулы (II) можно получать взаимодействием соединений общей формулы (III)

N((CX$^1$X$^3$-CX$^1$X$^3$-O)$_3$-Si-G-S$_u$-G-Si(O-CX$^1$X$^2$-CX$^1$X$^3$)$_3$N (III) ,

в которой и больше или равно 2, со щелочными металлами, щелочноземельными металлами или их гидридами с целью образования соединений общей формулы (щелочной металл)-S-G-Si(O-CX$^1$X$^2$-CX$^1$X$^3$)$_3$H, соответственно N(CX$^1$X$^3$-CX$^1$X$^3$-O)$_3$Si-

G-S-(щелочноземельный металл)-S-G-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N.

Еще одним объектом изобретения является способ получения предлагаемых в нем кремнийорганических соединений, отличающийся тем, что соединение общей формулы (IV)

Q(-SH) (IV),

в которой Q имеет указанные выше значения, присоединяют к содержащему по меньшей мере одну двойную связь (=) кремнийорганическому соединению общей формулы (V)

$CX^1X^2=CX^2-G^1-Si(O-CX^1X^2-CX^1X^3)_3N$ (V),

в которой $X^1$, $X^2$ и $X^3$ имеют указанные выше значения, а -$CX^1X^2$-$CHX^2$-$G^1$ или $HCX^1X^2$-$CX^2$(-)-$G^1$ соответствует заместителю G.

Такое присоединение можно инициировать под действием радикалов или его можно катализировать. Подобное присоединение можно ускорить и/или управлять им воздействием УФ-излучения.

Предпочтительные соединения общей формулы (IV) Q(-SH) могут представлять собой тиокарбоновые кислоты общей формулы $X^8$-C(=O)-SH. Предпочтительные тиокарбоновые кислоты в свою очередь могут представлять собой соединения вида $X^8$-C(=O)-SH, где $X^8$ обозначает $C_3$-$C_{24}$алкил, более предпочтительно $C_7$-$C_{24}$алкил, наиболее предпочтительно $C_1$-$C_{17}$алкил, аралкил, предпочтительно толил, или арил, предпочтительно фенил. Предпочтительные кремнийорганические соединения общей формулы (V) могут представлять собой $CH_2$=CH-$CH_2$-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N, $CH_2$=CH-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N, CH($CH_3$)=CH-$CH_2$-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N или $CH_2$=CH-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N, наиболее предпочтительно $CH_2$=CH-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, $CH_2$=CH-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, CH($CH_3$)=CH-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N или $CH_2$=CH-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N.

Следующим объектом изобретения является способ получения предлагаемых в нем кремнийорганических соединений, отличающийся тем, что соединение общей формулы (VI)

Q(-S-$X^{10}$) (VI),

в которой Q и $X^{10}$ имеют указанные выше значения, подвергают взаимодействию с соединением общей формулы (VII)

галоген-G-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N (VII),

в которой G, $X^1$, $X^2$ и $X^3$ имеют указанные выше значения.

В предпочтительном варианте галогеном могут являться Cl, Br и I.

В предпочтительном варианте соединения общей формулы (VI) могут представлять собой соединения вида O-(S-(щелочной металл)), а соединения общей формулы (VII) могут представлять собой соединения вида Cl-G-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N. В наиболее предпочтительном варианте соединения общей формулы (VI) вида $X^8$-C(O)-S-(щелочной металл) или R-C(S)-S-(щелочной металл) можно подвергать взаимодействию с соединениями общей формулы (VII), представляющими собой Cl-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, Cl-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, Cl-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N. Cl-$CH_2$-CH($CH_3$)-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N или Cl-CH($CH_3$)-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N.

Получать соединение общей формулы (VI) Q(-S-$X^{10}$), соответственно подвергать его реакции с соединениями общей формулы (VII) вида галоген-G-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N можно посредством межфазного катализа.

Следующим объектом изобретения является способ получения предлагаемых в нем кремнийорганических соединений, отличающийся тем, что по меньшей мере один силан общих формул VIII-XI

$Q-[S-G-Si(алкокси)_3]$ (VIII),

$(алкокси)_3Si-G-S-C(=O)-Z-C(=O)-S-G-Si(алкокси)_3$ (IX),

$(алкокси)_3Si-G-S-C(=S)-Z-C(=S)-S-G-Si(алкокси)_3$ (X),

$(алкокси)_3Si-G-S-C(=NR)-Z-C(=NR)-S-G-Si(алкокси)_3$ (XI),

в которых G, Q и Z имеют указанные выше значения, а "алкокси" в каждом случае независимо представляет собой $C_1$-$C_{24}$алкоксигруппу, предпочтительно метокси-, этокси- или пропоксигруппу, подвергают взаимодействию с соединениями общей формулы XII

$(HO-CX^1X^2-CX^1X^3-)_3N$ (XII),

в которой $X^1$, $X^2$ и $X^3$ имеют указанные выше значения, с отщеплением группы (алкокси)-H, которую отделяют от реакционной смеси.

Такое взаимодействие можно катализировать или проводить без катализа. Группу (алкокси)-H можно отделять от реакционной смеси непрерывно или периодически.

В качестве примера соединений общей формулы XII можно назвать следующие: триэтаноламин, триизопропаноламин и $[HO-CH(фенил)CH_2]_3N$. Низкое содержание воды в используемых соединениях формулы XII может благоприятно сказываться на составе и свойствах получаемых этим способом предлагаемых в изобретении соединений. В предпочтительном варианте содержание воды в соединениях формулы XII может составлять менее 1 мас.%, а в более предпочтительном варианте может составлять менее 0,5 мас.%, особенно предпочтительно менее 0,з мас.%, наиболее предпочтительно менее 0,2 мас.%.

Описанное выше взаимодействие можно проводить в типичных органических растворителях с температурой кипения ниже 200°C, предпочтительно ниже 160°C, более предпочтительно ниже 130°C, наиболее предпочтительно ниже 100°C.

Предпочтительным может оказаться проведение такого взаимодействия в отсутствие органических растворителей.

Одно из исходных соединений можно использовать в виде расплава, суспензии или раствора.

Помимо этого один или несколько продуктов реакции также могут быть представлены в виде расплава, суспензии или раствора.

Проведение рассмотренного выше взаимодействия в отсутствие органических растворителей может оказаться предпочтительным по причине достижения более высокого выхода продукта по сравнению с реакциями, проводимыми в растворителях.

Кроме того, проведение описанного выше взаимодействия в отсутствие органических растворителей может оказаться предпочтительным по причине достижения более высокой чистоты полученных продуктов по сравнению с реакциями, проводимыми в растворителях.

Более того, проведение вышеуказанного взаимодействия в отсутствие органических растворителей может оказаться предпочтительным по причине отсутствия в полученных продуктах даже следовых количеств растворителей.

Еще одна причина, по которой рассмотренное выше взаимодействие может оказаться предпочтительным проводить в отсутствие органических растворителей, заключается в минимизации содержания летучих органических соединений (ЛОС) в полученных продуктах.

Другая причина, по которой описанное выше взаимодействие может оказаться предпочтительным проводить в отсутствие органических растворителей, состоит в возможности исключить из технологического процесса стадию сушки, необходимую для удаления следов органических растворителей при проведении взаимодействия в них.

В качестве катализатора при осуществлении предлагаемого в изобретении способа можно использовать не содержащие металлы или содержащие их катализаторы.

В качестве содержащих металлы катализаторов можно использовать соединения металлов 3-7-й групп, металлов 13-14-й групп и/или металлов, относящихся к группе лантанидов.

В качестве содержащих металлы катализаторов можно также использовать соединения переходных металлов.

Металлсодержащие катализаторы могут представлять собой соединения металлов, такие, например, как хлориды металлов, оксиды металлов, оксихлориды металлов, сульфиды металлов, сульфохлориды металлов, алкоголяты металлов, тиоляты металлов, оксиалкоголяты металлов, амиды металлов, имиды металлов или соединения переходных металлов, с образующими кратные связи лигандами.

В качестве соединений металлов можно использовать, например, следующие соединения:

- галогениды, амиды или алкоголяты металлов 3-й главной группы (в частности, $M^{3+}(OMe)_3$, $M^{3+}(OEt)_3$, $M^{3+}(OC_3H_7)_3$, $M^{3+}(OC_4H_9)_3$, где $M^{3+}$ обоЗначает B, Al, Ga, In, Tl),

- галогениды, оксиды, сульфиды, имиды, алкоголяты, амиды или тиоляты металлов группы лантанидов (редкоземельных элементов с порядковыми номерами 58-71 в Периодической системе элементов) и комбинации заместителей указанных классов с образующими в таких соединениях кратные связи лигандами,

- галогениды, оксиды, сульфиды, имиды, алкоголяты, амиды или тиоляты металлов 3-й побочной группы и комбинации заместителей указанных классов с образующими в таких соединениях кратные связи лигандами (в частности, $M^{3+}(OMe)_3$, $M^{3+}(OEt)_3$, $M^{3+}(OC_3H_7)_3$, $M^{3+}(OC_4H_9)_3$, $cpM^{3+}(Cl)_2$, ср $cpM^{3+}(OMe)_2$, $cpM^{3+}(OEt)_2$, $cpM^{3+}(NMe_2)_2$, где $M^{3+}$ обозначает Sc, Y, La, а ср обозначает циклопентадиенил),

- галогениды, сульфиды, амиды, тиоляты или алкоголяты металлов 4-й главной группы (в частности, $M^{4+}(OMe)_4$, $M^{4+}(OEt)_4$, $M^{4+}(OC_3H_7)_4$, $M^{4+}(OC_4H_9)_4$, где $M^{4+}$ обозначает Si, Ge, Sn, Pb, $M^{2+}(OMe)_2$, $M^{2+}(OEt)_2$, $M^{2+}(OC_3H_7)_2$, $M^{2+}(OC_4H_9)_2$), где $M^{2+}$ обозначает Sn, Pb, лаурат олова, диацетат олова, $Sn(OBu)_2$),

- галогениды, оксиды, сульфиды, имиды, алкоголяты, амиды или тиоляты металлов 4-й побочной группы и комбинации заместителей указанных классов с образующими в таких соединениях кратные связи лигандами (в частности, $M^{4+}(F)_4$, $M^{4+}(Cl)_4$, $M^{4+}(Br)_4$, $M^{4+}(I)_4$, $M^{4+}(OMe)_4$, $M^{4+}(OEt)_4$, $M^{4+}(OC_3H_7)_4$, $M^{4+}(OC_4H_9)_4$, $cp_2Ti(Cl)_2$, $cp_2Zr(Cl)_2$, $cp_2Hf(Cl)_2$, $cp_2Ti(OMe)_2$, $cp_2Zr(OMe)_2$, $cp_2Hf(OMe)_2$, $cpTi(Cl)_3$, $cpZr(Cl)_3$, $cpHf(Cl)_3$, $cpTi(OMe)_3$, $cpZr(OMe)_3$, $cpHf(OMe)_3$, $M^{4+}(NMe_2)_4$, $M^{4+}(NEt_2)_4$, $M^{4+}(NHC_4H_9)_4$, где $M^{4+}$ обозначает Ti, Zr, Hf),

- галогениды, оксиды, сульфиды, имиды, алкоголяты, амиды или тиоляты металлов 5-й побочной группы и комбинации заместителей указанных классов с образующими в таких соединениях кратные связи лигандами (в частности, $M^{5+}(OMe)_5$, $M^{5+}(OEt)_5$, $M^{5+}(OC_3H_7)_5$, $M^{5+}(OC_4H_9)_5$, $M^{3+}O(OMe)_3$, $M^{3+}O(OEt)_3$, $M^{3+}O(OC_3H_7)_3$, $M^{3+}O(OC_4H_9)_3$, $cpV(OMe)_4$, $cpNb(OMe)_3$, $cpTa(OMe)_3$, $cpV(OMe)_2$,

$cpNb(OMe)_3$, $cpTa(OMe)_3$, где $M^{5+}$, $M^{4+}$ или $M^{3+}$ обозначает V, Nb, Ta),

- галогениды, оксиды, сульфиды, имиды, алкоголяты, амиды или тиоляты металлов 6-й побочной группы и комбинации заместителей указанных классов с образующими в таких соединениях кратные связи лигандами ($M^{6+}(OMe)_6$, $M^{6+}(OEt)_6$, $M^{6+}(OC_3H_7)_6$, $M^{6+}(OC_4H_9)_6$, $M^{6+}O(OMe)_6$, $M^{6+}O(OEt)_4$, $M^{6+}O(OC_3H_7)_4$, $M^{6+}O(OC_4H_9)_4$, $M^{6+}O_2(OMe)_2$, $M^{6+}O_2(OEt)_2$, $M^{6+}O_2(OC_3H_7)_2$, $M^{6+}O_2(OC_4H_9)_2$, $M^{6+}O_2(OSiMe_3)_2$, где $M^{6+}$, $M^{5+}$ или $M^{4+}$ обозначает Cr, Mo, W) или

- галогениды, оксиды, сульфиды, имиды, алкоголяты, амиды или тиоляты металлов 7-й побочной группы и комбинации заместителей указанных классов с образующими в таких соединениях кратные связи лигандами (($M^{7+}O(OMe)_5$, $M^{7+}O(OEt)_5$, $M^{7+}O(OC_3H_7)_5$, $M^{7+}O(OC_4H_9)_5$, $M^{7+}O_2(OMe)_3$, $M^{7+}O_2(OEt)_3$, $M^{7+}O_2(OC_3H_7)_3$, $M^{7+}O_2(OC_4H_9)_3$, $M^{7+}O_2(OSiMe_3)_3$, $M^{7+}O_3(OSiMe_3)$, $M^{7+}O_3(CH_3)$, где $M^{7+}$, $M^{6+}$, $M^{5+}$ или $M^{4+}$ обозначает Mn, Re).

Соединения металлов и переходных металлов могут иметь свободное координационное место у металла.

В качестве катализаторов можно также использовать соединения металлов или переходных металлов, преобразуемые за счет добавления воды в гидролизуемые соединения металлов или переходных металлов.

В качестве металлсодержащих катализаторов можно далее использовать, например, алкоксиды титана.

В одном из особых вариантов в качестве катализаторов можно использовать титанаты, такие, например, как тетра-н-бутилортотитанат, тетраэтилортотитанат, тетра-н-пропилортотитанат или тетраизопропилортотитанат.

В качестве не содержащих металлы катализаторов можно использовать органические кислоты.

В качестве таких органических кислот в свою очередь можно использовать, например, трифторуксусную кислоту, трифторметансульфоновую кислоту, п-толуолсульфоновую кислоту, триалкиламмониевые соединения $R_3NH^+X^-$ или основания, например триалкиламины $HR_3$.

Предлагаемый в изобретении способ можно осуществлять при нормальном или пониженном давлении, предпочтительно при давлении в интервале от 1 до 600 мбар, более предпочтительно от 5 до 400 мбар, наиболее предпочтительно от 5 до 200 мбар.

Предлагаемый в изобретении способ можно осуществлять при температурах в интервале от 50 до 200°C, предпочтительно от 70 до 180°C, наиболее предпочтительно от 90 до 150°C.

К реакционной смеси можно перед реакцией или в ходе нее добавлять вещества, стимулирующие удаление воды из продукта за счет образования азеотропных смесей. Соответствующие вещества могут представлять собой циклические или прямоцепочечные алифатические соединения, ароматические соединения, смешанные ароматические- алифатические соединения, простые эфиры, спирты или кислоты. Так, например, в этих целях возможно использование гексана, циклогексана, бензола, толуола, этанола, пропанола, изопропанола, бутанола, этиленгликоля, тетрагидрофурана, диоксана, муравьиной кислоты, уксусной кислоты, этилацетата или диметилформамида.

Реакцию можно проводить в непрерывном или периодическом режиме.

При осуществлении предлагаемого в изобретении способа к реакционной смеси перед реакцией, в ходе нее или по ее завершении можно добавлять различного рода

добавки. Такие добавки предпочтительно добавлять к реакционной смеси перед реакцией. Подобные добавки позволяют уменьшить электрофильный или нуклеофильный разрыв связи Q-S в соединении формулы I.

Во избежание реакций конденсации может оказаться целесообразным проводить реакцию в безводной среде, в идеальном случае в атмосфере инертного газа.

Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения могут применяться в качестве промоторов адгезии между неорганическими материалами (например, стекловолокнами, металлами, оксидными наполнителями, кремниевыми кислотами) и органическими полимерами (например, реактопластами, термопластами, эластомерами) соответственно в качестве сшивающих агентов и модификаторов поверхности. Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения могут применяться далее в качестве аппретов в каучуковых (резиновых) смесях с наполнителем, используемых, например, для изготовления протекторов шин.

Еще одним объектом изобретения являются каучуковые смеси, которые отличаются тем, что они содержат каучук, наполнитель, такой, например, как осажденная кремниевая кислота, необязательно другие ингредиенты каучуковых смесей, а также по меньшей мере одно из предлагаемых в изобретении кремнийорганических соединений общей формулы (I).

Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения общей формулы (I) можно применять в количествах от 0,1 до 50 мас.%, предпочтительно от 0,1 до 25 мас.%, особенно предпочтительно от 1 до 20 мас.%, в пересчете на количество используемого каучука.

Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения общей формулы (I), а также наполнители можно добавлять при температуре массы в интервале от 100 до 200°C. Вместе с тем их можно добавлять и при более низких температурах в интервале от 40 до 100°C, например, вместе с другими ингредиентами каучуковых смесей.

Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения можно добавлять в процесс смешения и в чистом виде, и в нанесенном на инертный органический либо неорганический носитель виде, а также после предварительного взаимодействия с органическим либо неорганическим носителем. В качестве примера предпочтительных носителей можно назвать осажденные или пирогенные кремниевые кислоты, воски, термопласты, природные или синтетические силикаты, природные или синтетические оксиды, в частности оксид алюминия, или сажу различных сортов. Помимо этого предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения можно добавлять в процесс смешения также после их предварительного взаимодействия с используемым наполнителем.

Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения можно добавлять в процесс смешения в физически смешанном с органическим веществом или смесью органических веществ виде. Такое органическое вещество или такая смесь органических веществ может содержать полимеры или олигомеры. Подобные полимеры или олигомеры могут представлять собой содержащие гетероатом(ы) полимеры или олигомеры, например, этиленвиниловый спирт, этиленвинилацетат, поливинилацетат и/или поливиниловые спирты. Помимо этого полимеры или олигомеры могут представлять собой насыщенные или ненасыщенные эластомеры, предпочтительно бутадиен-стирольный каучук эмульсионной полимеризации (Э-СКС) и/или бутадиен-стирольный каучук, получаемый полимеризацией в растворе (Р-СКС). Температура плавления смеси предлагаемых в изобретении кремнийорганических

соединений с органическим веществом или смесью органических веществ может лежать в пределах от 50 до 200°C, предпочтительно от 70 до 180°C, более предпочтительно от 70 до 150°C, особенно предпочтительно от 70 до 130°C, наиболее предпочтительно от 90 до 110°C. Органическое вещество или смесь органических веществ может содержать по меньшей мере один олефиновый воск и/или карбоновые кислоты с длинной цепью.

В качестве наполнителей в предлагаемых в изобретении каучуковых смесях могут использоваться следующие:

- сажа: используемые в указанных целях сорта сажи получают по способам получения пламенной, печной, газовой или термической сажи. Сажа таких сортов может иметь БЭТ-поверхность (удельная поверхность, определяемая методом Брунауэра-Эммета-Теллера по адсорбции азота) от 20 до 200 $м^2/г$. Сажа этих сортов необязательно может быть также легирована, например, кремнием (Si);
- аморфные кремниевые кислоты, полученные, например, осаждением растворов силикатов (осажденные кремниевые кислоты) или пламенным гидролизом галогенидов кремния (пирогенные кремниевые кислоты). Аморфные кремниевые кислоты могут иметь удельную поверхность (БЭТ-поверхность) от 5 до 1000 $м^2/г$, предпочтительно от 20 до 400 $м^2/г$, и размер первичных частиц от 10 до 400 нм. Такие кремниевые кислоты необязательно могут быть представлены также в виде смешанных оксидов с оксидами других металлов, такими как Al-, Mg-, Ca-, Ba-, Zn-оксиды и оксиды титана;
- синтетические силикаты, такие как силикат алюминия, силикаты щелочноземельных металлов, например силикат магния или силикат кальция. Такие синтетические силикаты могут иметь БЭТ-поверхность от 20 до 400 $м^2/г$ и диаметр первичных частиц от 10 до 400 нм;
- синтетические или природные оксиды и гидроксиды алюминия;
- природные силикаты, такие как каолин и другие встречающиеся в природе кремниевые кислоты;
- стекловолокно и стекловолокнистые продукты (стекломаты, стекложгуты) или стеклянные микрошарики.

Аморфные кремниевые кислоты, полученные осаждением растворов силикатов (осажденные кремниевые кислоты), с БЭТ-поверхностью от 20 до 400 $м^2/г$ предпочтительно применять в количествах от 5 до 150 мас. частей в каждом случае в пересчете на 100 частей каучука.

Вышеуказанные наполнители могут применяться индивидуально либо в смеси между собой. В одном из наиболее предпочтительных вариантов осуществления способа для приготовления каучуковых смесей можно использовать от 10 до 150 мас. частей светлых наполнителей, необязательно вместе с 0-100 мас. частями сажи, а также от 1 до 20 мас.частей одного из предлагаемых в изобретении кремнийорганических соединений, в каждом случае в пересчете на 100 частей каучука.

Для приготовления предлагаемых в изобретении каучуковых смесей наряду с природным каучуком можно также использовать синтетические каучуки. Предпочтительные для применения в этих целях синтетические каучуки описаны, например, у W.Hofmann в справочнике Kautschuktechnologie, изд-во Genter Verlag, Stuttgart, 1980. К ним относятся, в частности, полибутадиен (СКД), полиизопрен (СКИ), сополимеры стирола и бутадиена (СКС), например, бутадиен-стирольный каучук эмульсионной полимеризации (Э-СКС) или бутадиен-стирольный каучук, получаемый полимеризацией в растворе (Р-СКС), предпочтительно с содержанием

стирола от 1 до 60 мас.%, особенно предпочтительно от 5 до 50 мас.%, в пересчете на массу всего полимера, хлоропрен (ХП), сополимеры изобутилена и изопрена (СКИИ), сополимеры бутадиена и акрилонитрила (СКН) с содержанием акрилонитрила предпочтительно от 5 до 60 мас.%, более предпочтительно от 10 до 50 мас.%, в пересчете на массу всего полимера, частично либо полностью гидрированный бутадиен-нитрильный каучук (Г-СКН), сополимеры этилена, пропилена и диена (СКЭПТ) или вышеназванные каучуки, дополнительно содержащие функциональные группы, такие, например, как карбоксигруппы, силанольные группы или эпоксигруппы, например эпоксидированный натуральный каучук (НК), функционализованный карбоксигруппами СКН или функционализованный силанольными группами (-SiOH), соответственно силоксигруппами (-Si-OR) СКС, а также смеси указанных каучуков. Для изготовления протекторов шин для легковых автомобилей могут применяться прежде всего получаемые анионной полимеризацией в растворе Р-СКС с температурой стеклования выше -50°С, а также их смеси с диеновыми каучуками.

Предлагаемые в изобретении вулканизаты каучука могут содержать и другие ингредиенты каучуковых смесей, такие как ускорители реакции, противостарители, термостабилизаторы, светостабилизаторы, антиозонанты, технологические добавки, пластификаторы, вещества для повышения клейкости, порообразователи, красители, пигменты, воски, разбавители, органические кислоты, ингибиторы, оксиды металлов, а также активаторы, такие как дифенилгуанидин, триэтаноламин, полиэтиленгликоль, полиэтиленгликоль с концевыми алкоксигруппами алкил-O-$(CH_2-CH_2-O)_yI$-H, где $_yI$ равно 2-25, предпочтительно 2-15, более предпочтительно 3-10, наиболее предпочтительно 3-6, или гексантриол, известные в каучуковой, соответственно резиновой промышленности.

Вулканизацию предлагаемых в изобретении каучуковых смесей можно проводить без добавления к ним азотсодержащих активаторов, таких, например, как гуанидины и амины. В одном из предпочтительных вариантов вулканизат каучука может не содержать гуанидиновых производных.

Перечисленные выше дополнительные ингредиенты каучуковых смесей можно применять в известных количествах, зависящих помимо прочего от назначения конечного вулканизата. Обычно такие количества составляют, например, от 0,1 до 50 мас.% в пересчете на каучук. В качестве сшивающих агентов могут применяться сера или вещества - доноры серы. Предлагаемые в изобретении каучуковые смеси могут содержать также ускорители вулканизации. В качестве примеров пригодных для применения в таких целях ускорителей вулканизации можно назвать меркаптобензтиазолы, сульфенамиды, гуанидины, тиурамы, дитиокарбаматы, тиомочевины и тиокарбонаты. Ускорители вулканизации и серу можно использовать в количествах от 0,1 до 10 мас.%, предпочтительно от 0,1 до 5 мас.%, в пересчете на каучук.

Вулканизацию предлагаемых в изобретении каучуковых смесей можно проводить при температурах в интервале от 100 до 200°С, предпочтительно от 130 до 180°С, при необходимости под давлением в пределах от 10 до 200 бар. Смешение каучуков с наполнителем, дополнительными ингредиентами каучуковых смесей при их использовании и предлагаемым в изобретении кремнийорганическим соединением можно проводить в известных смесительных устройствах, таких как вальцы, смесители закрытого типа и шнековые смесители.

Предлагаемые в изобретении каучуковые смеси могут использоваться для

изготовления формованных изделий, например для изготовления пневматических шин, протекторов шин, оболочек кабелей, шлангов, приводных ремней, конвейерных лент, покрытий для различных валков, шин, обувных подошв, уплотнительных колец и амортизирующих, соответственно виброгасящих элементов.

Преимущество предлагаемых в изобретении кремнийорганических соединений состоит в том, что при гидролизе Si-O-R-связей не высвобождается никакой легколетучий спирт, обычно метанол или этанол, при одновременном сохранении высокой реакционной способности по отношению к неорганическому наполнителю и органическому полимеру. Сырые (невулканизованные) каучуковые смеси по своим технологическим свойствам и полученные из таких смесей вулканизаты по своим динамическим свойствам в целом обладают очень хорошим, сбалансированным набором показателей.

Примеры

Используемый $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$ синтезируют из $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_3)_3$ переэтерификацией триэтаноламином в присутствии $Ti(OBu)_4$ при температурах от 110 до 130°C, пониженном давлении и продолжительности реакции от 180 до 360 мин.

$HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$ содержит в зависимости от качества используемого для его получения $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_3)_3$ от 1 до 6 мас.% $Cl-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$.

$Cl-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_3)_3$ содержится в используемом $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_3)_3$ в виде побочного компонента и в реакционных условиях превращается в $Cl-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$.

Сравнительный пример 1

Получение $CH_3-C(O)-S-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$

К раствору 100 г $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$ в 1000 мл толуола при 0°C добавляют 38,5 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 0°C. К этой смеси при температуре от -5 до 0°C по каплям добавляют 29,4 г хлорангидрида уксусной кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 60-минутного перемешивания при температуре в интервале от 0°C до комнатной температуры, нагревают до 80°C и выдерживают при этой температуре в течение 3 ч. После этого суспензию фильтруют, осадок на фильтре промывают толуолом, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 114 г вязкотекучего продукта. Этот продукт согласно данным ЯМР-анализа содержит 87 мол.% $CH_3-C(O)-S-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$, 9 мол.% $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$ и 3 мол.% $Cl-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$ в пересчете на кремнийсодержащие компоненты.

Пример 1

Получение $C_7H_{15}-C(O)-S-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$

К раствору 100 г $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$ в 1000 мл толуола при 0°C добавляют 40,6 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 0°C. К этой смеси при температуре от -5 до 0°C по каплям добавляют 65,3 г хлорангидрида октановой кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 60-минутного перемешивания при температуре в интервале от 0°C до комнатной температуры, фильтруют, осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 141,6 г вязкотекучего продукта. Этот продукт согласно данным ЯМР-анализа содержит 93 мол.% $C_7H_{15}-C(O)-S-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2)_3N$, 5 мол.% $HS-CH_2-CH_2-CH_2-Si(O-$

$CH_2$-$CH_2)_3N$ и 2 мол.% Cl-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в пересчете на кремнийсодержащие компоненты.

Пример 2

Получение $C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$

К раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в 1000 мл толуола при 0°C добавляют 38,5 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 0°C. К этой смеси при температуре от -5 до 0°C по каплям добавляют 83,2 г хлорангидрида додекановой кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 15-часового перемешивания при температуре в интервале от 0°C до комнатной температуры, фильтруют, осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 162,4 г вязкотекучего продукта. Этот продукт согласно данным ЯМР-анализа содержит более 86 мол.% $C_{11}H_{23}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$, 9 мол.% HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ и 3 мол.% Cl-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в пересчете на кремнийсодержащие компоненты.

Пример 3

Получение $C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$

К раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в 1000 мл толуола при 0°C добавляют 38,5 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 15 мин при 0°C. К этой смеси при температуре от -10 до 0°C по каплям добавляют 104,5 г хлорангидрида пальмитиновой кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 18-часового перемешивания при комнатной температуре, фильтруют, осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 186,3 г вязкотекучего продукта. Этот продукт согласно данным ЯМР-анализа содержит 88 мол.% $C_{15}H_{31}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$, 8 мол.% HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ и 3 мол.% Cl-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в пересчете на кремнийсодержащие компоненты.

Пример 4

Получение $N(CH_2CH_2\text{-}O)_3Si(CH_2)_3S$-C(O)-$C_4H_8$-C(O)-$S(CH_2)_3Si(O\text{-}CH_2CH_2)_3N$

К раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в 1000 мл толуола при 0°C добавляют 40,5 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 15 мин при 0°C. К этой смеси при температуре от -10 до 0°C по каплям добавляют 53,5 г дихлорангидрида адипиновой кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 2-часового перемешивания при комнатной температуре, нагревают до 70°C и выдерживают при этой температуре в течение 2 ч. Полученную суспензию фильтруют, осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 98,4 г вязкотекучего продукта. Этот продукт согласно данным ЯМР-анализа содержит 93 мол.% $N(CH_2CH_2\text{-}O)_3Si(CH_2)_3S$-C(O)-$C_4H_8$-C(O)-$S(CH_2)_3Si(O\text{-}CH_2CH_2)_3N$, 2 мол.% HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ и 4 мол.% Cl-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в пересчете на кремнийсодержащие компоненты.

Пример 5

Получение $N(CH_2CH_2\text{-}O)_3Si(CH_2)_3S$-C(O)-$C_{10}H_{20}$-C(O)-$S(CH_2)_3Si(O\text{-}CH_2CH_2)_3N$

К раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2)_3N$ в 1000 мл толуола при 0°C добавляют 38,5 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 15 мин при 0°C. К этой смеси при температуре от -10 до 0°C по каплям добавляют 50,8 г хлорангидрида декандикарбоновой кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 2-часового перемешивания при комнатной температуре, нагревают до 70°C и

выдерживают при этой температуре в течение 3 ч. Полученную суспензию охлаждают, фильтруют, осадок на фильтре промывают толуолом, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 132,4 г вязкотекучего продукта. Этот продукт согласно данным ЯМР-анализа содержит 91 мол.% $N(CH_2CH_2\text{-}O)_3Si(CH_2)_3S\text{-}C(O)\text{-}C_{10}H_{20}\text{-}C(O)\text{-}S(CH_2)_3Si(O\text{-}CH_2CH_2)_3N$, 2 мол.% $HS\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(O\text{-}CH_2\text{-}CH_2)_3N$ и 4 мол.% $Cl\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Si(O\text{-}CH_2\text{-}CH_2)_3N$ в пересчете на кремнийсодержащие компоненты.

Пример 6

Исследования резинотехнических свойств кремнийорганических соединений

Рецептура, использовавшаяся для получения каучуковых смесей, представлена ниже в таблице 1. При этом величина "част./100 част. каучука" представляет собой массовую долю соответствующего компонента в пересчете на 100 частей используемого сырого каучука. Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения используют в эквимолярном количестве, т.е. в молярном количестве, равном количеству силана из сравнительного примера 1. В качестве аппретов исследуют следующие соединения:

в смеси 1: соединение из сравнительного примера 1,

в смеси 2: 3-октаноилтио-1-пропилтриэтоксисилан, торговое наименование NXT фирмы General Electric,

в смеси 3: соединение из примера 1,

в смеси 4: соединение из примера 2,

в смеси 5: соединение из примера 3.

Общая методика получения каучуковых смесей и их вулканизатов описана в справочнике "Rubber Technology Handbook", автор W.Hofmann, изд-во Hanser Verlag, 1994.

Таблица 1

| | Смесь 1 | Смесь 2 | Смесь 3 | Смесь 4 | Смесь 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Соединение (аппрет) | из сравн. примера 1 [част./100 част. каучука] | NXT [част./100 част. каучука] | из примера 1 [част./100 част. каучука] | из примера 2 [част./100 част. каучука] | из примера 3 [част./100 част. каучука] |
| Стадия 1 | | | | | |
| Buna VSL 5025-1 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Buna CB 24 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Ultrasil 7000 GR | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| аппрет | 7 | S,S | 9 | 10,4 | 11,7 |
| ZnO | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| стеариновая кислота | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Naftolen ZD | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Vulkanox 4020 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Protektor G 3108 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Стадия 2 смесь со стадии 1 | | | | | |
| Стадия 3 смесь со стадии 2 | | | | | |
| Vulkacit CZ | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Perkacit TBzTD | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Сера | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |

Полимер VSL 5025-1 представляет собой полимеризованный в растворе сополимер СКС фирмы Bayer AG с содержанием стирола 25 мас.% и содержанием бутадиена 75 мас.%. В состав этого сополимера входят 37,5 частей масла на 100 частей каучука, а его вязкость по Муни (ML 1+4/100°C) составляет 50.

Полимер Buna CB 24 представляет собой цис-1,4-полибутадиен (неодимовый тип) фирмы Bayer AG с содержанием по меньшей мере 96% по положению 1,4 в цис-конфигурации и вязкостью по Муни 44±5.

Продукт Ultrasil 7000 GR представляет собой легко диспергируемую кремниевую кислоту, выпускаемую фирмой Degussa AG, с БЭТ-поверхностью (удельная поверхность, определяемая методом Брунауэра-Эммета-Теллера по адсорбции азота) 170 $м^2/г$.

В качестве ароматического масла используют продукт Naftolen ZD фирмы Chemetall. Продукт Vulkanox 4020 представляет собой ПФД (поли-n-фенилендиамин) фирмы Bayer AG, а продукт Protektor G 3108 представляет собой антиозонантный воск фирмы Paramelt B.V. Продукт Vulkacit CZ является торговым наименованием N-циклогексил-2-бензтиазолсульфенамида (ЦБС) фирмы Bayer AG. Продукт Perkacit TBzTD (тетрабензилтиурамтетрасульфид) представляет собой продукт, выпускаемый фирмой Flexsys N.V.

Каучуковые смеси приготавливают в резиносмесителе закрытого типа, используя оборудование и условия, указанные в таблице 2.

Таблица 2

| Стадия 1 | |
|---|---|
| Технологическое оборудование и режимы | |
| Смеситель | Werner & Pfleiderer, тип E |
| частота вращения | 90 $мин^{-1}$ |
| усилие пуансона | 5,5 бар |
| номинальный объем | 1,58 л |
| степень загрузки | 0,56 |
| температура потока | 70°C |
| Процесс смешения | |
| с 0-й по 1-ю минуту | Buna VSL 5025-1+Buna CB 24 |
| с 1-й по 2-ю минуту | 1/2 часть от всего количества кремниевой кислоты, ZnO, стеариновая кислота, Naftolen ZD, аппрет |
| с 2-й по 4-ю минуту | 1/2 часть от всего количества кремниевой кислоты, Vulkanox, Protektor |
| с 4-й по 5-ю минуту | Перемешивание |
| на 5-й минуте | Дегазация |
| с 5-й по 6-ю минуту | перемешивание и выгрузка |
| Температура смеси | 140-150°C |
| Хранение | 24 ч при комнатной температуре |

| Стадия 2 | |
|---|---|
| Технологическое оборудование и режимы | |
| смеситель | аналогично стадии 1, за исключением: |
| частота вращения | 80 мин |
| температура потока | 80°C |
| степень загрузки | 0,54 |
| Процесс смешения | |
| с 0-ой по 2-ю минуту | разрыхление смеси со стадии 1 |
| с 2-ой по 5-ю минуту | поддержание температуры смеси на уровне 145°C регулированием частоты вращения |
| на 5-ой минуте | Выгрузка |
| Температура смеси | 140-150°C |
| Хранение | 4 ч при комнатной температуре |
| Стадия 3 | |
| Технологическое оборудование и режимы | |
| смеситель | аналогично стадии 1, за исключением: |

| | |
|---|---|
| частота вращения | 40 мин$^{-1}$ |
| степень загрузки | 0,52 |
| температура потока | 50°C |
| Процесс смешения | |
| с 0-й по 2-ю минуту | смесь со стадии 2, ускоритель вулканизации, сера |
| на 2-й минуте | выгрузка и образование шкурки на лабораторных смесительных вальцах (диаметр 200 мм, длина 450 мм, температура пропускаемой смеси 50°C) Гомогенизация: подрезка пятикратно слева, пятикратно справа, а также пропускание 3 раза при широком зазоре между валками (6 мм) и 3 раза при узком зазоре между валками (3 мм) и в завершение удаление шкурки |
| Температура смеси | <110°C |

Резинотехнические свойства исследовали по методам, представленным в таблице 3.

Таблица 3

| Исследование физических свойств | Стандарт/технические условия |
|---|---|
| Вязкость по Муни ML 1+4, 100°C, смесь со стадии 3 | DIN 53523/3, ISO 667 |
| Отскок шарика, 60°C (%) | ASTM D 5308 |
| Испытание на флексометре Гудрича, 25 мин при величине хода 0,250 дюйма и при 23°C<br>контактная температура (°C)<br>температура при прокалывании (°C)<br>остаточная деформация сжатия (%) | DIN 53533,<br>ASTM D 623 A |

Результаты исследования резинотехнических свойств представлены в таблице 4. Смеси вулканизуют до величины t99% по данным испытания на реометре, но не более 30 мин при 165°C.

Таблица 4

| | Единица измерения | Смесь 1 | Смесь 2 | Смесь 3 | Смесь 4 | Смесь 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Параметры, измеренные на исходной (невулканизованной) каучуковой смеси | | | | | | |
| Вязкость ML 1+4, смесь со стадии 3 | [-1 | 64 | 59 | 57 | 56 | 54 |
| Параметры, измеренные на вулканизате | | | | | | |
| Отскок шарика, 60°C | [%1 | 66,7 | 67,0 | 69,8 | 69,3 | 69,0 |
| Контактная температура | [°C] | 57 | 58 | 50 | 50 | 53 |
| Температура при прокалывании | [°C] | 109 | 111 | 96 | 98 | 102 |
| Остаточная деформация сжатия | [%] | 2,0 | 2.5 | 1,7 | 1,7 | 1,S |

Из приведенных в таблице 4 результатов исследования резинотехнических свойств следует, что удлинение блокирующей группы от ацетила до пальмитила через октаноил позволяет снизить вязкость каучуковой смеси. При сравнении смеси 2 со смесью з можно констатировать, что модификация силана также приводит к снижению вязкости каучуковой смеси. Тем самым предлагаемые в изобретении силаны превосходят благодаря лучшей перерабатываемости известные из уровня техники силаны.

Результаты измерений соответствующих параметров на вулканизате позволяют сделать вывод о том, что смеси 3, 4 и 5 с предлагаемыми в изобретении силанами значительно превосходят смеси 1 и 2 по таким показателям, как отскок шарика и теплообразование.

Тем самым результаты исследования резинотехнических свойств со всей очевидностью свидетельствуют о том, что исключительно за счет модификации активной по отношению к кремниевой кислоте связывающей группы в сочетании с одновременным блокированием содержащей серу группы удается достичь преимуществ и в отношении перерабатываемости каучуковой смеси, и в отношении

динамических свойств ее вулканизата.

Более высокое значение, полученное в опыте с отскоком шарика, равно как и пониженное теплообразование указывают на то, что изготовление протекторов шин из каучуковых (резиновых) смесей с предлагаемыми в изобретении силанами позволяет уменьшить сопротивление шин качению и тем самым снизить расход топлива, потребляемого автомобилем с такими шинами. Помимо этого благодаря меньшему образованию тепла шиной при динамической нагрузке повышается долговечность шины. Таким образом, применение предлагаемых в изобретении кремнийорганических соединений позволяет улучшить перерабатываемость содержащих их каучуковых смесей и одновременно с этим улучшить динамические свойства полученных из них вулканизатов.

Еще одна отличительная особенность предлагаемых в изобретении кремнийорганических соединений состоит в том, что в процессе смешения содержащих их каучуковых смесей не происходит выделения никакого летучего спирта.

Пример 7

Получение $C_4H_9$-NH-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 70 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и 44,5 г O=C=N-$C_4H_9$ (фирма Sigma-Aldrich) в 100 г толуола (SeccoSolv) и перемешивают в течение 24 ч. После этого перемешивают в течение 5 ч при 60°C. Из полученного раствора на роторном испарителе при 80°C в вакууме удаляют летучие компоненты. Таким путем получают 100 г вязкого темно-оранжевого масла.

Пример 8

Получение $C_8H_{17}$-NH-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 40 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и 25 г O=C=N-$C_8H_{17}$ (фирма Sigma-Aldrich) в 100 г толуола (SeccoSolv) и перемешивают в течение 24 ч. После этого перемешивают в течение 5 ч при 60°C. Из полученного раствора на роторном испарителе при 80°C в вакууме удаляют летучие компоненты. Таким путем получают 65 г вязкого желтого масла.

Пример 9

Получение $C_6H_5$-NH-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 75 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и 55 г O=C=N-$C_6H_5$ (фирма VWR) в 100 г толуола (SeccoSolv) и перемешивают в течение 48 ч. При этом образуется бесцветный осадок. Полученную суспензию фильтруют и осадок на фильтре промывают 500 мл пентана. Затем осадок на фильтре сушат в вакууме при 80-90°C. Таким путем получают 110 г бесцветного твердого вещества.

Пример 10

Получение $C_4H_9$-NH-C(S)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 70 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и 50 г S=C=N-$C_4H_9$ (фирма KMF-Laborchemie) в 100 г толуола (SeccoSolv) и перемешивают в течение 48 ч. После этого перемешивают в течение 5 ч при 60°C. Из полученного раствора на роторном испарителе при 80°C в вакууме удаляют летучие компоненты. Таким путем получают 102 г вязкого оранжево-коричневого масла.

Пример 11

Получение $C_8H_{17}$-NH-C(S)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 30 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и 25 г S-C=N-$C_8H_{17}$ (фирма KMF-Laborchemie) в 100 г толуола (SeccoSolv) и перемешивают в течение 24 ч. После этого перемешивают в течение 5 ч при 60°C. Из полученного раствора на роторном испарителе при 80°C в вакууме удаляют летучие компоненты. Таким путем получают 55 г вязкого желто-оранжевого масла.

Пример 12

Получение $C_6H_5$-NH-C(S)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 75 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N и 50 г S=C=N-$C_6H_5$ (фирма VWR) в 100 г толуола (SeccoSolv) и перемешивают в течение 48 ч. При этом образуется осадок воскового цвета, который не растворяется и в дополнительных 235 г толуола. После этого перемешивают в течение 5 ч при 60°C. Полученную суспензию фильтруют и осадок на фильтре промывают 700 мл пентана. Затем осадок на фильтре сушат в вакууме при 80-90°C. Таким путем получают 100 г бесцветного твердого вещества.

Пример 13

Получение $Me_3Si$-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

К охлажденному раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N в 1000 мл толуола (SeccoSolv) при 1°C добавляют 44,5 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 3-6°C. К этой смеси при температуре в интервале от 1 до 10°C по каплям добавляют 47,8 г триметилсилилхлорида. Суспензию, образовавшуюся после 60-минутного перемешивания, нагревают до 70°C, выдерживают при этой температуре в течение 5 ч, после чего охлаждают и затем фильтруют. Осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 129 г оранжевого вязкотекучего продукта.

Пример 14

Получение $C_{16}H_{33}$-Si-[S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N]$_3$

К охлажденному раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N в 1000 мл толуола (SeccoSolv) при 0°C добавляют 44,5 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 2-4°C. К этой смеси при температуре в интервале от 2 до 10°C по каплям добавляют 46,8 г $C_{16}H_{33}$-$SiCl_3$. Суспензию, образовавшуюся после 60-минутного перемешивания, нагревают до 70°C, выдерживают при этой температуре в течение 5 ч, после чего охлаждают и затем фильтруют. Осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 130 г оранжевого вязкотекучего продукта.

Пример 15

Получение $C_6H_5$-(C=O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-CH($CH_3$)-$CH_2$)$_3$N

К охлажденному раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-CH($CH_3$)-$CH_2$)$_3$N в 1000 мл толуола (SeccoSolv) при 2°C добавляют 36 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 2-4°C. К этой смеси при температуре в интервале от 2 до 10°C по каплям добавляют 49,2 г хлорангидрида бензойной кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 60-минутного перемешивания, нагревают до 65°C, выдерживают при этой температуре в течение 5 ч, после чего охлаждают и затем фильтруют. Осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 138 г вязкотекучего оранжевого продукта.

Пример 16

Получение $C_7H_{15}$-(C=O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-CH($CH_3$)-$CH_2$)$_3$N

К охлажденному раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-CH($CH_3$)-$CH_2$)$_3$N в 1000 мл толуола (SeccoSolv) при 3°C добавляют 35,4 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 2-4°C. К этой смеси при температуре в интервале от 2 до 10°C по каплям добавляют 56,9 г хлорангидрида октановой кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 60-минутного перемешивания, нагревают до 65-70°C, выдерживают при этой температуре в течение 5 ч, после чего охлаждают и затем фильтруют. Осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 150 г вязкотекучего оранжевого продукта.

Пример 17

Получение $C_{11}H_{23}$-(C=O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-CH($CH_2$-$CH_2$)$_3$N

К охлажденному раствору 100 г HS-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-CH($CH_3$)-$CH_2$)$_3$N в 1000 мл толуола (SeccoSolv) при 3°C добавляют 35,4 г триэтиламина. Полученную смесь перемешивают в течение 10 мин при 2-4°C. К этой смеси при температуре в интервале от 2 до 10°C по каплям добавляют 76,6 г хлорангидрида додекановой кислоты. Суспензию, образовавшуюся после 60-минутного перемешивания, нагревают до 68-72°C, выдерживают при этой температуре в течение 5 ч, после чего охлаждают и затем фильтруют. Осадок на фильтре промывают, полученные фильтраты объединяют и растворитель удаляют на роторном испарителе. Таким путем получают 163 г вязкотекучего оранжевого продукта.

Пример 18: исследование резинотехнических свойств

Рецептура, использовавшаяся для получения каучуковых смесей, представлена ниже в таблице 5. При этом величина "част./100 част. каучука" представляет собой массовую долю соответствующего компонента в пересчете на 100 частей используемого сырого каучука. Предлагаемые в изобретении кремнийорганические соединения используют в эквимолярном количестве, т.е. в молярном количестве, равном количеству силана из сравнительного примера 1.

Каучуковые смеси приготавливают в резиносмесителе закрытого типа, используя оборудование и условия, указанные в таблице 6. Методы исследования резинотехнических свойств представлены выше в таблице 3.

Таблица 5

| | Смесь 6 | Смесь 7 | Смесь 8 | Смесь 9 |
|---|---|---|---|---|
| Соединение (аппрет): | из сравн. примера 1 [част./100 част. каучука] | из примера 11 [част./100 част. каучука] | из примера 16 [част./100 част. каучука] | из примера 17 [част./100 част. каучука] |
| Стадия 1 | | | | |
| Buna VSL 5025-1 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Buna CB 24 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Ultrasil 7000 GR | 80 | 80 | 80 | 80 |
| аппрет | 7,0 | 10,2 | 10,1 | 11,4 |
| ZnO | 3 | 3 | 3 | 3 |
| стеариновая кислота | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Naftolen ZD | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Vulkanox 4020 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Protektor G 3108 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Стадия 2 смесь со стадии 1 | | | | |
| Стадия 3 смесь со стадии 2 | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vulkacit CZ | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Perkacit TBzTD | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| сера | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |

Таблица 6

| | |
|---|---|
| Стадия 1 | |
| Технологическое оборудование и режимы | |
| смеситель | смесительная камера Brabender 350 S |
| частота вращения | 80 мин$^{-1}$ |
| усилие пуансона | 5 бар |
| номинальный объем | 0,39 л |
| степень загрузки | 0,68 |
| температура потока | 80°C |
| Процесс смешения | |
| с 0-ой по 1-ю минуту | Buna V8L 5025-1 + Buna CB 24 |
| с 1-ой по 2-ю минуту | 1/2 часть от всего количества кремниевой кислоты, ZnO, стеариновая кислота, Naftolen ZD, аппрет |
| с 2-ой по 4-ю минуту | 1/2 часть от всего количества кремниевой кислоты, Vulkanox, Protektor |
| с 4-ой по 5-ю минуту | перемешивание |
| на 5-ой минуте | дегазация |
| с 5-ой по 6-ю минуту | перемешивание и выгрузка |
| Температура смеси | 140-150°C |
| Хранение | 24 ч при комнатной температуре |
| Стадия 2 | |
| Технологическое оборудование и режимы | |
| смеситель | аналогично стадии 1 за исключением: |
| частота вращения | 90 мин$^{-1}$ |
| температура потока | 90°C |
| степень загрузки | 0,66 |
| Процесс смешения | |
| с 0-ой по 2-ю минуту | разрыхление смеси со стадии 1 |
| с 2-ой по 5-ю минуту | поддержание температуры смеси на уровне 145°C регулированием частоты вращения |
| на 5-ой минуте | выгрузка |
| Температура смеси | 140-150°C |
| Хранение | 4 ч при комнатной температуре |
| Стадия 3 | |
| Технологическое оборудование и режимы | |
| смеситель | аналогично стадии 1 за исключением: |
| частота вращения | 40 мин$^{-1}$ |
| степень загрузки | 0,64 |
| температура потока | 50°C |
| Процесс смешения | |
| с 0-ой по 2-ю минуту | смесь со стадии 2, ускоритель вулканизации, сера |
| на 2-ой минуте | выгрузка и образование шкурки на лабораторных смесительных вальцах (диаметр 200 мм, длина 450 мм, температура пропускаемой смеси 50°C)<br>Гомогенизация:<br>подрезка пятикратно слева, пятикратно справа, а также пропускание 3 раза при широком зазоре между валками (6 мм) и 3 раза при узком зазоре между валками (3 мм) и в завершение удаление шкурки |
| Температура смеси | <110°C |

Результаты исследования резинотехнических свойств представлены в таблице 7.

Таблица 7

| | Единица измерения | Смесь 6 | Смесь 7 | Смесь 8 | Смесь 9 |
|---|---|---|---|---|---|

| Параметры, измеренные на исходной (невулканизованной) каучуковой смеси | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Вязкость ML 1+4, смесь со стадии 3 | [-] | 130 | 96 | 69 | 65 |
| Параметры, измеренные на вулканизате | | | | | |
| Температура при прокалывании | [°C] | 129 | 117 | 124 | 122 |
| Остаточная деформация сжатия | [%] | 3,6 | 2,9 | 2,8 | 2,8 |

Приведенные выше в таблице экспериментально полученные данные свидетельствуют о том, что смеси 7-9 с предлагаемыми в изобретении кремнийорганическими соединениями имеют в невулканизованном состоянии меньшую вязкость и тем самым обладают лучшей перерабатываемостью. Одновременно с этим в вулканизованном состоянии они характеризуются меньшим теплообразованием и меньшим значением остаточной деформации сжатия и поэтому обладают высокими динамическими свойствами.

Пример 19

Получение $C_7H_{15}$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В реакционный аппарат в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 100 г S-[3-(триэтоксисилил)пропил]октантиоата [CAS №220727-26-4], 41 г триэтаноламина (продукт фирмы BASF AG) и 1 г NaOH и нагревают до 130°C. После этого смесь перемешивают в течение 3 ч при температуре 130°C и давлении 50-200 мбар, отгоняя выделяющийся этанол. Таким путем получают 125 г продукта.

Пример 20

Получение $C_6H_5$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 91 г Cl-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, 50 г тиобензойной кислоты и 250 г безводного диметилформамида. К этой смеси далее по каплям добавляют 36,5 г триэтиламина и полученный раствор перемешивают в течение 120 мин при комнатной температуре, а затем в течение 240 мин при 140°C. После этого смесь охлаждают и добавляют 300 мл безводного толуола. Осадок отделяют фильтрацией, промывают толуолом и из фильтрата в максимально возможной степени на роторном испарителе удаляют растворитель. Таким путем получают 142 г вязкого, темно-красного продукта.

Пример 21

Получение $C_6H_5$-C(O)-S-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N

В колбу в атмосфере защитного газа при 25°C совместно добавляют 91 г Cl-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-Si(O-$CH_2$-$CH_2$)$_3$N, 50 г тиобензойной кислоты и 300 г безводного толуола. К этой смеси далее по каплям добавляют 36,5 г триэтиламина и полученный раствор перемешивают в течение 120 мин при комнатной температуре, а затем в течение 240 мин при 108°C. После этого суспензию охлаждают, осадок отделяют фильтрацией, промывают толуолом и из фильтрата на роторном испарителе удаляют растворитель. Таким путем получают 127 г вязкого, темно-красного продукта.

## Формула изобретения

1. Кремнийорганические соединения общей формулы (I)

$$Q\text{-}[S\text{-}G\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CX^1X^2\text{-}CX^1X^3\text{-})_3N] \qquad (I),$$

в которой Q обозначает $SiX^4_{3-t}X^5_t$-, где t равно 0, 1 или 2, Y-C(=O)-Z-C(=O)-, $X^8$-C(=O)-, ($X^8$)HN-C(=O)-, ($X^8$NH-C(=S)-,

Y имеет одинаковые или различные значения и представляет собой

[-S-G-Si(-O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$-)$_3$N],

G имеет одинаковые или различные значения и, когда Q обозначает $C_6H_5$-C(=O)-,

представляет собой неразветвленную или разветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_3$-$C_{30}$, а при всех остальных значениях заместителя Q представляет собой неразветвленную или разветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_1$-$C_{30}$,

Z обозначает неразветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с двумя связями и с $C_1$-$C_{24}$,

$X^1$, $X^2$ и $X^3$ независимо друг от друга обозначают водород (-H) или $C_1$-$C_{16}$ алкил,

$X^4$ и $X^5$ независимо друг от друга обозначают водород (-H), неразветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_1$-$C_{24}$, или Y,

$X^8$ в каждом случае имеет одинаковые или различные значения и представляет собой водород (H), неразветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_2$-$C_{24}$ или незамещенную арильную группу с $C_6$-$C_{24}$.

2. Кремнийорганические соединения по п.1, отличающиеся тем, что они нанесены на инертный органический либо неорганический носитель, соответственно смешаны с ним или подвергнуты предварительному взаимодействию с органическим либо неорганическим носителем.

3. Способ получения кремнийорганических соединений по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере одно кремнийорганическое соединение общей формулы (П)

$X^{10}[S\text{-}G\text{-}Si(\text{-}O\text{-}CX^1X^2\text{-}CX^1X^3\text{-})_3N]$ (II),

в которой Y, Z, $X^4$, $X^5$, $X^8$ и t имеют указанные для формулы (I) значения, а $X^{10}$ обозначает H, подвергают взаимодействию с по меньшей мере одним соединением из группы, включающей $X^8$-C(=O)-галоген, галоген-C(=O)-Z-C(=O)-галоген, $SiX^4_{3-t}X^5_t$-галоген, O=C=N-R, S=C=N-R где Y, Z, $X^4$, $X^5$ и t имеют указанные для формулы (I) значения, а R обозначает неразветвленную, незамещенную, насыщенную углеводородную цепь с одной связью и с $C_1$-$C_{24}$ или незамещенную арильную группу с $C_6$-$C_{24}$.

4. Способ получения кремнийорганических соединений по п.1, отличающийся тем, что соединение общей формулы (VI)

$Q(\text{-}S\text{-}X^{10})$ (VI),

в которой Q имеет указанные для формулы (I) значения, а $X^{10}$ имеет указанные для формулы (II) значения, подвергают взаимодействию с соединением общей формулы (VII)

галоген-G-Si(O-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N (VII),

в которой $X^1$, $X^2$, $X^3$ и G имеют указанные для формулы (I) значения.

5. Способ получения кремнийорганических соединений по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один силан формулы VIII

Q-[S-G-Si(алкокси)$_3$] (VIII),

в которых G, Q и Z имеют указанные для формулы (I) значения, а "алкокси" в каждом случае независимо представляет собой $C_1$-$C_{24}$алкоксигруппу, подвергают взаимодействию с соединениями общей формулы XII

(HO-$CX^1X^2$-$CX^1X^3$)$_3$N (XII),

в которой $X^1$, $X^2$ и $X^3$ имеют указанные для формулы (I) значения, с отщеплением группы (алкокси)-H, которую отделяют от реакционной смеси.

6. Каучуковые смеси для изготовления формованных изделий, отличающиеся тем, что они содержат каучук, наполнитель, необязательно другие ингредиенты каучуковых смесей, а также по меньшей мере одно кремнийорганическое соединение

по п.1 или 2.