

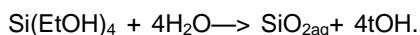
Техническое руководство

Модульная система KSE

Для укрепления структуры камня и изготовления заполняющих масс, докомпоновочных и мастичных растворов, обмазок и лазурей на основе эфира кремниевой кислоты (KSE).

1.1 Камнеукрепители на основе эфира кремниевой кислоты (KSE)

В рамках мер по консервации натурального камня наряду с сокращением скорости выветривания посредством снижения склонности к набуханию и/или гидрофобизации основания для многих видов натурального камня, предназначенных для такой обработки, требуется укрепление структуры. Для этой цели уже на протяжении нескольких десятилетий применяются составы на основе сложного эфира кремниевой кислоты (т.ж. эфир кремниевой кислоты, этиловый эфир кремниевой кислоты). В основе эффекта таких камнеукрепителей лежит химическая реакция эфира кремниевой кислоты ($\text{Si}(\text{EtOH})_4$) с водой (H_2O) до образования силикагеля ($\text{SiO}_{2\text{aq}}$), который и обеспечивает укрепляющее действие; реакция протекает по формуле:



В качестве побочного продукта реакции выделяется этанол (EtOH).

1.2 „Классические“ камнеукрепители

Из сырья для производства эфира кремниевой кислоты могут быть образованы молекулы разных размеров. Поэтому встречающиеся на рынке камнеукрепители могут содержать как мономерные, так и олигомерные молекулы. За счет различного соотношения мелких и крупных молекул в готовом

продукте можно широко варьировать его свойства, в частности, т.н. „долю осаждения геля“ (количество силикагеля, образующегося в пористой структуре обрабатываемого камня).

Кроме того, можно варьировать:

- скорость реакции (вид и количество катализатора) и
- возможность добавления органических растворителей (это не является обязательным, но может потребоваться в определенных случаях).

За счет целенаправленного комбинирования и варьирования этих изменяемых параметров можно подобрать материалы под специфику основания, предназначенного для укрепления:

Продукт Remmers	Свойства
KSE 100	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 10% • Содержит дополнительный растворитель
KSE 300	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 30% • Не содержит дополнительный растворитель
KSE 510	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 42% • Не содержит дополнительный растворитель
KSE OH	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 30% • Содержит дополнительный растворитель
KSE H	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 30% • С гидрофобным действием • Содержит дополнительный растворитель

KSE 300 HV	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 30% • Не содержит дополнительный растворитель • Содержит усилители адгезии для кальцитовых оснований
------------	---

Конечные продукты всех «классических» камнеукрепителей на основе эфира кремниевой кислоты KSE обладают одним общим свойством: образующийся в поровом пространстве силикагель, сформированный из неупорядоченной и содержащей воду кристаллической решетки SiO_2 , обладает ярко выраженной «хрупкостью». В результате этого свойства средний размер пластинок силикагеля составляет ~ 10 мкм.

Таким образом, «классические» камнеукрепители на основе эфира кремниевой кислоты могут работать только в случаях, когда радиусы пустот в предназначенной для укрепления структуре составляют более 10 мкм. Такие пустоты могут возникать, к примеру

- в результате распределения радиусов пор в в натуральном камне (напр., туф) или
- в результате образования зон с микротрещинами (напр., в процессе выветривания камня, в трахите, в типах натурального камня, склонных к набуханию).

1.3 Эластифицированные камнеукрепители

Благодаря включению т.н. «мягких сегментов» удалось разработать эластифицированные камнеукре-

пители на основе эфира кремниевой кислоты, которые имеют более выраженную тенденцию к образованию пленки, чем классические продукты:

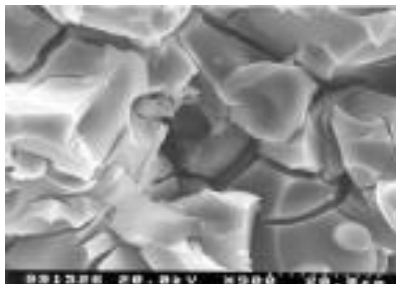


Рис. 1а: Стеклопудра, пропитанная Remmers KSE OH; размер пластинок геля: ~ 10 мкм.

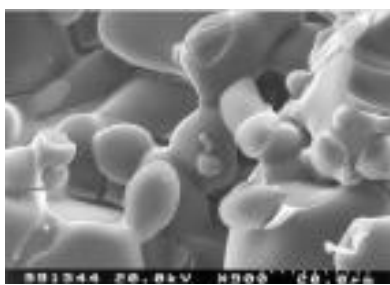


Рис. 1b: Стеклопудра, пропитанная Remmers KSE 300 E; структура геля заметно лучше перекрывает трещины в поровом пространстве.

Поэтому эластифицированные камнеукрепители подходят не только для «структурного укрепления», но и способны применяться в качестве связующего для изготовления заполняющих масс, докомпоновочных и мастичных растворов, обмазок и лазурей. Ниже схематично приведено применение эластифицированных камнеукрепителей / модульной системы KSE на основаниях, имеющих сложную картину выветривания (рис. 2):



Рис. 2: Применение эластифицированных камнеукрепителей / модульной системы KSE на основаниях, имеющих сложную картину выветривания.

- a исходная ситуация: выветренная поверхность камня с интенсивным образованием корки / чешуек и микротрещин.
- b нанесение заполняющей массы на основе KSE-связующего для обеспечения жесткого соединения между коркой и основанием.

- c Нанесение мастичного / докомпоновочного раствора на основе KSE-связующего для структурного выравнивания поверхности камня.
- d Структурное укрепление при помощи эластифицированного камнеукрепителя для восстановления исходной однородной прочности. Опционально: нанесение обмазки или лазури на основе KSE-связующего.

В принципе рабочие операции, описанные в пунктах b – d, можно также выполнить различными другими связующими. Однако использование одного связующего (эластифицированного камнеукрепителя) имеет множество плюсов.

2.1 Структурное укрепление

Эластификация эфира кремниевой кислоты, как правило, позволяет достичь сравнительно лучшего связывания рыхлых элементов структуры с сеткой силикагеля. К тому же, эластичный гель способен перекрывать трещины большей ширины, чем традиционные камнеукрепители:

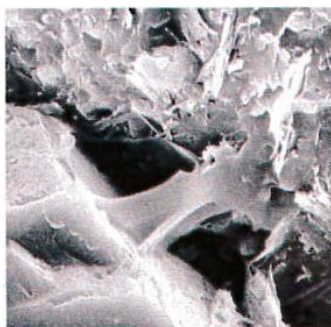


Рис. 3: Мостик силикагеля между двумя элементами структуры

Применение эластифицированных камнеукрепителей не ограничивается только натуральным камнем (напр., типами, подверженными набуханию (камышитовый песчаник) или породами вулканического происхождения (туф)), но и подходит для других видов минеральных оснований, напр., исторических шовных и штукатурных растворов, выветренного кирпича:

Продукт Remmers	Свойства
KSE 300 E	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 30% • Эластифицированный
KSE 500 E	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 50% • Эластифицированный

Эластифицированные камнеукрепители отличаются от «классических», в первую очередь, при вы-

сокой степени разрушения основания. Они обладают:

- Умеренным повышением модуля упругости (оптимальное соотношение напряжения-относительного удлинения) и одновременно
- Достаточно сильной консолидацией минеральной структуры.

2.2 Структурное укрепление: применение

Более подробная информация о методике выполнения работ при структурном укреплении приведена в актуальных версиях технических описаний соответствующих камнеукрепителей на сайте www.remmers.ru.

3.1 Модульная система KSE: заполняющие массы

Выветренные поверхности натурального камня часто демонстрируют интенсивное образование корки и/или чешуек. При этом связанные с этим процессом (микро)трещины зачастую имеют такие размеры, которые невозможно закрыть, используя ненаполненные камнеукрепители. Поэтому в одном из эластифицированных камнеукрепителей уже содержатся минеральные взвешенные вещества/наполнители.

Продукт Remmers	Свойства
KSE 500 STE	<ul style="list-style-type: none"> • Доля осаждения геля: ~ 50% • Содержит взвешенные вещества/наполнители • Эластифицированный

Диспергированные взвешенные вещества скапливаются в виде осадка на дне. Это свойство обратимо. Поэтому Remmers KSE 500 STE перед применением нужно тщательно взболтать или перемешать.

Remmers KSE 500 STE можно применять в исходном виде, без дополнительного добавления мелкофракционных добавок (напр., для силового перекрытия микротрещин до 300 мкм), или использовать в качестве связующего для изготовления

- заполняющих масс
- докомпоновочных или мастичных растворов (см. далее)

- обмазок (см. далее)
- лазурей (см. далее).

Заполняющие массы служат для восстановления жесткой связи между поверхностной коркой («скорлупой») и основанием с учетом строительно-физических и физико-механических параметров.

В модульной системе KSE используются специально подобранные наполнители:

Продукт Remmers	Свойства
KSE Filler A	Минеральный порошок (мука)
KSE Filler B	Кварцевый порошок (мука)

Испытания показывают, что при одинаковом исходном составе добавление стекловидного зерна (< 50 мкм) текучесть массы ухудшается лишь незначительно, однако склонность к образованию трещин усадки существенно снижается.

3.2 Заполняющие массы: системное решение

По таким параметрам, как текучесть (проникающая способность), склонность к образованию трещин усадки и «связывающая способность», оптимальные свойства демонстрируют следующие рецептуры:

А)

Связующее	Доля
Remmers KSE 500 STE	37,5 мл
Remmers KSE 300 E	62,5 мл
Сумма	100 мл

Доля осаждения силикагеля в этой комбинации связующих: ~37,5%.

В)

Альтернативно можно использовать в качестве связующего только KSE 500 STE в количестве 100 мл (доля осаждения силикагеля: ~ 50 %).

Связующее помещается в рабочую емкость.

Затем в расчете на 100 связующего (или комбинации связующих) при помешивании добавляются следующие наполнители и добавки:

Наполнители/ добавки	Свойства
KSE Filler A	64,0 г
KSE Filler B	40,0 г
Микронизированное стекловидное зерно (< 50 мкм), фирма Kremer-Pigmente	26,0 г
Сухие природные минеральные красители (при необходимости), фирма Kremer-Pigmente	до 5,0 г

Смесь доводится до однородного состояния (напр., с помощью погружного миксера) в течение ~ 3-5 мин. до получения массы без сгустков.

В зависимости от добавленного количества пигментов вязкость заполняющей массы (в вискозиметре DIN-4) составляет от 31 сек. (без добавления пигмента) до 37 сек. (5,0 г пигмента).

3.3 Заполняющие массы: нанесение

Для заполнения полости между поверхностной коркой и основанием сначала необходимо выполнить герметизацию по краям. Для этого оптимально подходит термоклей, который затем удаляется, не оставляя следов. Потом под корку наносится заполняющая масса (как правило, при помощи шприца) до тех пор, пока полость не будет полностью заполнена.

При работе с впитывающими основаниями участок с коркой, полость под которой необходимо заполнить, сначала нужно смочить безводным органическим растворителем (напр., Verdünnung V 101, Remmers V KSE) или составом Remmers KSE 100.

При необходимости на участках, для которых выполнено такое силовое склеивание, после отверждения связующего KSE (спустя 4-8 недель зависимости от количества и толщины нанесенной массы) можно выполнить дополнительное укрепление. При этом применяемый камнеукрепитель Remmers необходимо подбирать в зависимости от свойств материала основания, а работы выполнять в соответствии с актуальной версией технического описания.

Во время работы заполняющую массу необходимо периодически

перемешивать, чтобы предотвратить осаждение наполнителей.

4.1 Модульная система KSE: докомпоновочные/мастичные растворы

Докомпоновочные растворы служат, среди прочего, для формирования целостной поверхности между выступающей частью отслаивающейся корки и окружающим основанием (напр., закрытия трещины) (см. рис. 2) для сокращения площади зоны возможного агрессивного воздействия влаги, способной попасть под поверхностное отслоение (*поэтому такой раствор можно еще назвать «раствором для формирования локального уклона»* - букв. нем. *Anböschmörtel*). Цвет и структуру этих растворов можно адаптировать под основание.

Докомпоновочные и/или мастичные растворы могут быть изготовлены с использованием различных комбинаций вышеназванных наполнителей и специальных песков. Подбора оригинального цвета камня можно добиться посредством добавления пигментов или дробленого натурального камня, имеющего соответствующий окрас.

Будучи изначально предназначенными для замазки или ремонта мелких дефектов поверхности, такие растворы – благодаря накопленному опыту – могут применяться также для обработки более крупных участков (см. далее).

Существенное значение для физико-механических и гигроскопических свойств растворов на основе KSE-связующего имеет оптимальная кривая рассева, причем в зависимости от требований могут подходить как

- фракции с идеальной кривой рассева по Фуллеру, так и
- фракции с прерывистым гранулометрическим составом.

Часто оптимальные результаты дает использование просеянных фракций дробленого натурального камня.

4.2 Докомпоновочные/мастичные: системное решение

Для заделки выступающих элементов оригинальной поверхности

докомпоновочный раствор на основе KSE-связующего можно наносить сразу после заполнения полости между поверхностной коркой и основанием заполняющей массой. Однако если трещины имеют более крупные размеры, заполняющая масса должна достаточно прореагировать, чтобы раствор не «проваливался». В этом случае основание перед нанесением раствора необходимо предварительно смочить подходящим безводным органическим растворителем (напр., V 101, Remmers V KSE) или составом Remmers KSE 100.

Комплексные лабораторные и натурные испытания показали, что при необходимости нанесения больших толщин следует работать в несколько слоев, используя специальные модификации

- базовый раствор (для набора толщины) и
- накрывной раствор (исключительно для внешнего слоя).

Базовый раствор имеет относительно грубую структуру, и при работе с ним следует различать

- **дефекты, заполняемые за подлицо с поверхностью основания и**
- **дефекты выступающих элементов, которым впоследствии необходимо придать определенный профиль.**

При нанесении докомпоновки в несколько слоев необходимо выдерживать перерыв между отдельными слоями не менее 24 часов. Перед каждой рабочей операцией основание следует смачивать безводным органическим растворителем (напр., V 101, Remmers V KSE).

Толщина внешнего слоя может составлять лишь от 0,5 см до 1 см, в зависимости от рецептуры. Более оптимального качества поверхности внешнего слоя можно добиться посредством промакивания излишков связующего.

Спустя 1-2 часа после нанесения структуру поверхности докомпо-

новочного раствора можно подогнать под основание посредством механической обработки (напр., шпателем, гребнем).

Пример: накрывной раствор, силезский песчаник

На 100 мл Remmers KSE 500 STE берутся следующие наполнители

Наполнитель	Доля
KSE Filler A	70,0 г
KSE Filler A	40,0 г

Смесь доводится до однородного состояния (напр., при помощи погружного миксера) до получения массы без комков (время смешивания 3-5 минут).

Полученная масса помещается в другую емкость для смешивания. Затем добавляется

Наполнитель	Доля
KSE Sand F 36	334,0 г

и тщательно перемешивается (напр., при помощи шпателя).

При этом масса приобретает землисто-влажную, рассыпчатую консистенцию.

Указанные параметры применения необходимо строго соблюдать. Следует избегать избыточного добавления связующего с целью «достичь более оптимальных результатов».

Докомпоновочные и мастичные растворы в процессе применения необходимо периодически перемешивать, чтобы предотвратить осаждение наполнителей.

Пригодность специализированной рецептуры для применения на конкретном основании рекомендуется предварительно проверить путем пробного нанесения на образце поверхности достаточной площади.

При необходимости на участках, для которых выполнено жесткое склеивание, после отверждения связующего KSE 500 STE (спустя 4-8 недель зависимости от количества и толщины нанесенной массы) можно выполнить дополнительное укрепление. При этом применяемый камнеукрепитель Remmers необходимо подбирать в

зависимости от свойств материала основания, а работы выполнять в соответствии с актуальной версией технического описания.

Наполнители из дробленого натурального камня

С помощью различных фракций дробленого натурального камня можно добиться более точной подгонки докомпоновочных и мастичных растворов под оригинальный внешний вид основания. При необходимости можно направить запрос в компанию Remmers на разработку специальных рецептур растворов.

5.1 Модульная система KSE: лазури и обмазки

Выветренные основания часто имеют неоднородный внешний вид поверхности. Вдобавок к этому шероховатость поверхности, возникшая в результате эрозии, создает риск продолжения процесса выветривания (напр., за счет попадания на такие участки влаги и вредных веществ).

Так, на шероховатой поверхности скапливаются частицы загрязнений из воздуха и микроорганизмы, с нее хуже отводится дождевая вода или даже задерживается на поверхности в виде водяной пленки.

Для улучшения отведения воды с поверхности и формирования нового слоя износа отлично зарекомендовали себя лазури и обмазки (образуют более толстый рельефный слой) на основе KSE-связующих.

Нанесение специально подобранных покрытий на основе KSE-связующих позволяет сделать минеральную поверхность более ровной по структуре, дополнительно укрепить ее и сделать визуально более спокойной и однородной.

5.2 Лазури: системное решение

В зависимости от вида и состояния основания хороших результатов позволяют добиться приведенные ниже системы.

Связующее

Оптимальный результат дают составы с долей осаждения геля от 33 до 50 %. Следовательно, в

качестве связующего можно использовать

- либо Remmers KSE 500 STE в чистом виде
- либо смесь Remmers KSE 500 STE и Remmers KSE 300 E:

Доля в рецептуре	Продукт Remmers	Доля осаждения геля
Мин. 16,6%	KSE 500 STE	50 %
Макс. 83,4%	KSE 300 E	30 %
100,0%	Смесь	33 – 50%

Наполнитель

В зависимости от требуемой консистенции и степени лессирования можно добавить наполнитель из расчета на 100 мл связующего до 150 г наполнителя. При этом соотношение

Remmers KSE Filler A : Remmers KSE Filler B должно составлять 1,6:1.

Пигмент

Для цветовой адаптации можно добавить пигмент из расчета на 100 мл связующего до 6,5 г пигмента.

Пример: красный пестроцветный песчаник

На каждые 100 мл связующего, имеющего следующий состав

Связующее	Доля
KSE 500 STE	16,7 мл
KSE 300 E	83,3 мл
Итого	100,0 мл

добавляются следующие наполнители и добавки:

Наполнитель / добавка	Доля
KSE Filler A	30,0 г
KSE Filler B	18,0 г
Минеральные сухие пигменты Umbra (№ 40720)	2,2 г
Mortuun (№ 48220) Фирма Kremer-Pigmente	2,6 г

Смесь доводится до однородного состояния (напр., при помощи погружного миксера) до получения массы без комков (время смешивания 3-5 минут).

Пригодность специализированной рецептуры для применения на

конкретном основании рекомендуется предварительно проверить путем пробного нанесения на образце поверхности достаточной площади.

Наполнители из дробленого натурального камня

С помощью различных фракций дробленого натурального камня можно добиться более точной подгонки лазурей под оригинальный внешний вид основания. При необходимости можно направить запрос в компанию Remmers на разработку специальных рецептур растворов.

5.3 Обмазки: системное решение

В отличие от лазурей толстослойные обмазки содержат, помимо наполнителей, более грубые фракции песков.

Пример: камышитовый песчаник

На каждые 100 мл связующего KSE 500 STE добавляются следующие наполнители и добавки:

Наполнитель / добавка	Доля
KSE Sand F 36	70,0 г
KSE Filler A	50,0 г
KSE Filler B	50,0 г
Сланцевая мука Фирма Kremer-Pigmente	4,4 г
Минеральные сухие пигменты Ocker (№ 40050)	5,0 г
Eisenoxid (№ 4844) Фирма Kremer-Pigmente	1,4 г

Смесь доводится до однородного состояния (напр., при помощи погружного миксера) до получения массы без комков (время смешивания 3-5 минут).

Пригодность специализированной рецептуры для применения на конкретном основании рекомендуется предварительно проверить путем пробного нанесения на образце поверхности достаточной площади.

Наполнители из дробленого натурального камня

С помощью различных фракций дробленого натурального камня можно добиться более точной подгонки обмазок под оригинальный внешний вид основания. При

необходимости можно направить запрос в компанию Remmers на разработку специальных рецептур растворов.

5.4 Лазури и обмазки: нанесение

Основание должно обладать несущей способностью, быть сухим, свободным от пыли, элементов, способных нарушать адгезию, биологических наростов, жиров и опалубочных масел. Основание не должно быть нагретым (при необходимости установить тент).

Подготовка

Основание, предназначенное для обработки, предварительно смочить безводным органическим растворителем (напр., Verdünnung V 101, Remmers V KSE) или подходящим камнеукрепителем Remmers.

Если в рамках общих мероприятий требуется выполнить укрепление структуры основания при помощи камнеукрепителей Remmers, то в этом случае, как правило, лазурь или обмазку следует наносить методом «мокрое по мокрому» сразу после мер по укреплению.

Нанесение

Жидкий компонент заливается в чистую емкость, затем добавляется сухой компонент. Оба компонента тщательно перемешиваются при помощи миксера до получения однородной лазури или обмазки.

Необходимо обеспечить плотный контакт лазури или обмазки с основанием, например, путем тщательного нанесения массирующими движениями. Оптимальная температура нанесения составляет от 10 °C до 20 °C. Обрабатываемое основание должно быть защищено от дождя в течение минимум 2 недель до и после нанесения лазури/ обмазки.

Лазури и обмазки необходимо периодически перемешивать в процессе нанесения, чтобы предотвратить осаждение наполнителей.

Дополнительная обработка

В зависимости от состояния основания может потребоваться дополнительное локальное укрепление.

ние обмазки подходящим камне-укрепителем Remmers.

После нанесения лазури/ обмазки перед выполнением последующих рабочих операций необходимо выдержать время реакции ~ 4 недели.

Расход лазури или обмазки зависит от вида и состояния обрабатываемого основания, а также от задачи. В соответствии с этим расход может варьироваться от 0,2 л/м² до 0,8 л/м². Точный расход следует определить путем пробного нанесения на образец поверхности достаточной площади.

6 Общие указания

Основание

Предназначенные для реставрации поверхности натурального камня часто имеют пониженную впитывающую способность вследствие наличия на поверхности различного рода загрязнений и/или патинирующих слоев.

Очистка поверхности, необходимая для восстановления исходной впитывающей способности, должна выполняться максимально бережно во избежание повреждения восстанавливаемых участков. Очищенную поверхность следует в течение одной недели защищать от дождя и сильного нагрева под воздействием солнца.

Температура нанесения

Оптимальная температура нанесения материалов модульной системы Remmers KSE составляет от 10°C до 20°C (при необходимости установить тент). Не следует выполнять работы при температуре ниже +5°C. Обрабатываемые участки необходимо защитить от дождя и прямого воздействия солнечного света.

Представленная информация составлена на основе последних данных по технике производства и применения.

Так как применение и нанесение продуктов производятся вне спектра нашего влияния, содержание настоящего технического руководства не является гарантией производителя. Данные, выходящие за рамки настоящего руководства, требуют письменного подтверждения со стороны завода-производителя.

При любых обстоятельствах сохраняют силу положения Общих условий заключения торговых сделок Remmers. С публикацией новой версии технического руководства предыдущие версии теряют свою силу.

Использование дополнительных добавок/ аддитивов

Не рекомендуется использовать дополнительные добавки, в частности, ускорители реакции. Также не рекомендуется проводить т.н. «быстрый гидролиз», поскольку это оказывает неконтролируемое влияние на реакцию образования силикагеля и результирующую структуру силикагеля.

Придание гидрофобных свойств

Для придания участкам, на которых было выполнено заполнение пустот и докомпоновка, гидрофобных свойств следует использовать лессирующие системы окраски Remmers (например, систему окраски Remmers на основе силиконовой смолы: Color LA Historic, Color LA Fill Historic).

Защита граничащих поверхностей

Элементы фасада, не предназначенные для контакта с реакционными компонентами модульной системы Remmers KSE (напр., окна, лакированные поверхности, стекло), а также растения необходимо укрыть строительной (полиэтиленовой) пленкой.

7 Рабочий инструмент, очистка

В зависимости от задачи следует использовать распылительное оборудование низкого давления, оборудование безвоздушного распыления, пульверизатор, небольшие деревянные шпатели, кисть, губки.

Очистку инструмента следует выполнять сразу после использования безводным органическим растворителем (напр., Remmers V KSE). После реакции связующих возможна только механическая очистка.

8 Форма поставки, расход, хранение

Дополнительная информация о формах поставки, расходе, сроках и условиях хранения приведены в актуальных версиях технических описаний продуктов.

9 Безопасность, экология, утилизация

Дополнительная информация о безопасности при транспортировке, хранении и обращении, а также данные по утилизации и экологии приведены в актуальных версиях паспортов безопасности продуктов.

