



**§ Минеральные  
вяжущие.**

**Классификация  
вяжущих.**

DRUGS.RU

- Для получения многих искусственных строительных материалов или склеивания штучных материалов в изделия и конструкции широко используют неорганические (известь, гипсовые вяжущие, растворимое стекло, цементы) и органические (битумы, дегти, смолы, клеи) вяжущие вещества.



К вяжущим веществам относятся любые порошкообразные, жидкие или пастообразные материалы, способные превращаться в камневидное тело при затворении их водой или отвердителем и связывать разнородные камни в единый монолит.

Общая классификация вяжущих  
веществ в зависимости от  
характера процессов  
происходящих при их твердении

# Группа вяжущего по основному характеру процессов твердения

**I группа**  
гидратационные  
вяжущие

1)  
воздушного  
твердения

2)  
гидравлического  
твердения

3)  
автоклавного  
твердения

# Группа вяжущего по основному характеру процессов твердения

**II группа**  
коагуляционные  
вяжущие

**III группа**  
(поликондинсационные  
(полимеризационные) вяжущие

Группа по химическому составу  
вяжущих:

а) неорганические воздушного  
твердения

- Гипсовые вяжущие
- Воздушная известь
- Магнезиальные вяжущие

## б) неорганические гидравлического твердения

- Гидравлическая известь
- Романцемент
- Портландцемент и его  
разновидности
- Глиноземистый цемент
- Расширяющиеся цементы



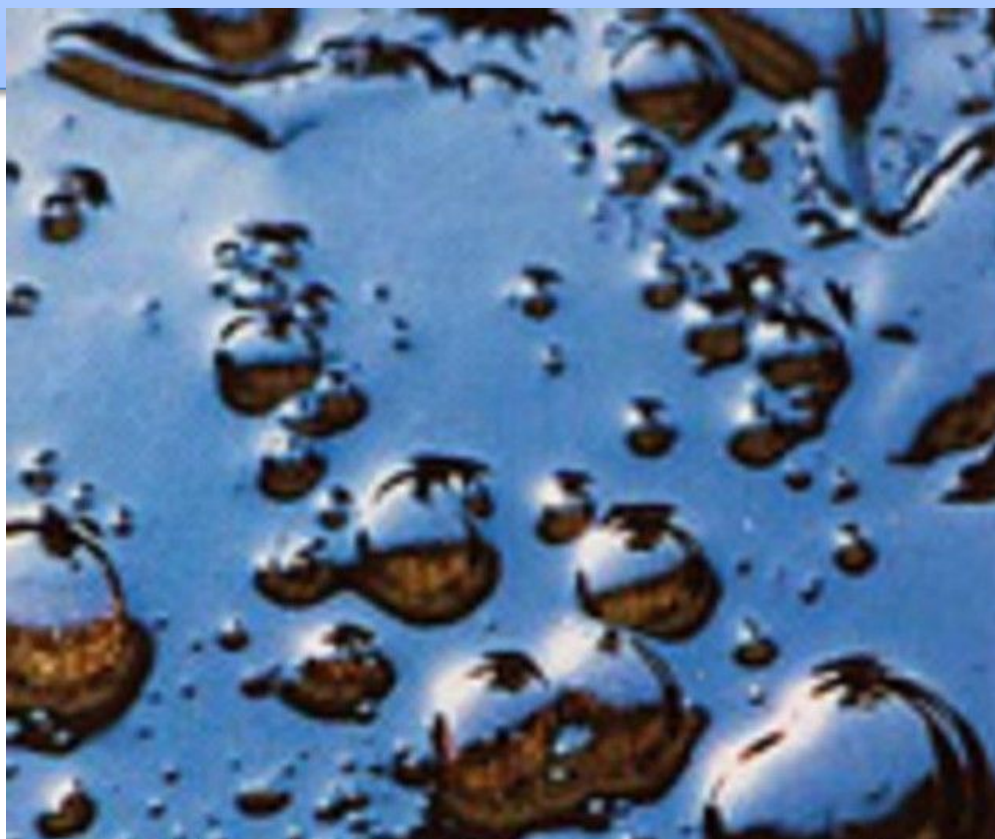
## в) неорганические автоклавного твердения

- Автоклавные вяжущие (известко-кремнеземистые, шлаковые, известково-нефелиновые, силикатно-гидрогранатные и др.)

Коагуляционные вяжущие

Неорганические – глина

Органические – битум и деготь



Поликонденсиационные вяжущие –  
синтетические

а) неорганические: растворимое  
стекло и вяжущие на его основе

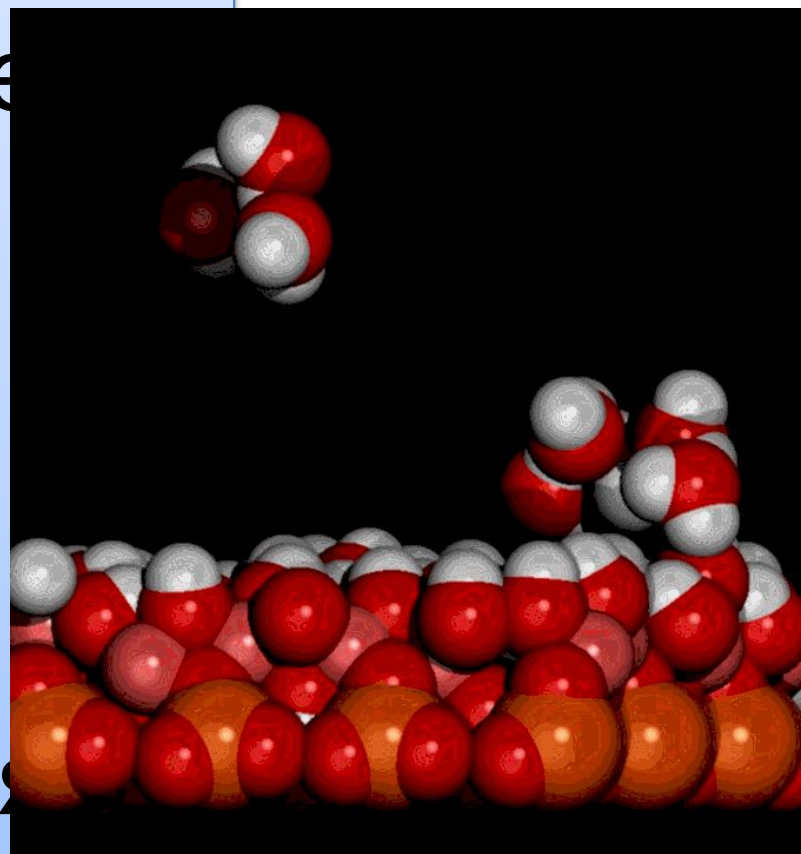
б) органические: полиэфирные,  
эпоксидные и другие смолы

в) элементо-органические: кремне-  
органические смолы

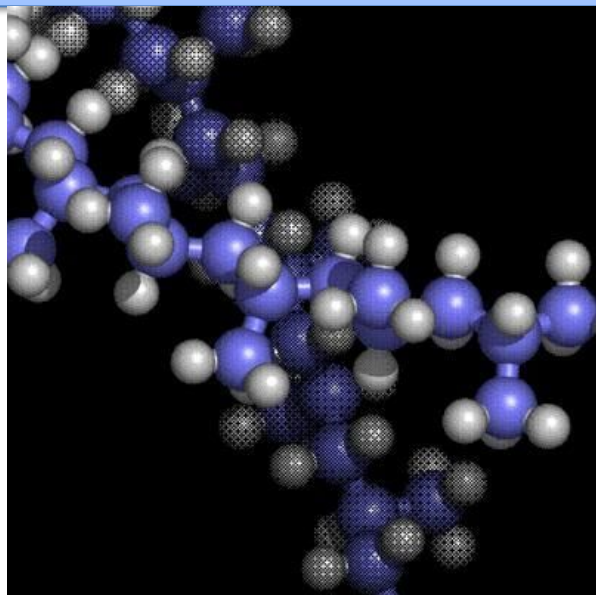
*К первой группе относятся все традиционные вяжущие материалы, твердеющие после смешивания*



Ко второй группе могут  
быть отнесены вяжущие,  
представляющие собой  
типичные коллоидные  
системы и  
твердеющие  
за счет  
коагуляционного  
структурообразования



К третьей группе относятся  
вяжущие материалы, твердеющие  
за счет реакций полимеризации и  
поликонденсации.



**Неорганические вяжущие  
вещества представляют собой  
искусственные  
тонкоизмельченные порошки,  
способные  
при смешивании с  
водой  
образовывать  
пластично-вязкую**



**и легкоформующую массу**

*Воздушные вяжущие* (известь воздушная, гипсовые и магниезиальные вяжущие, растворимое стекло) твердеют и длительно сохраняют прочность лишь в воздушной среде.





Вяжущие вещества, способные твердеть и длительно сохранять или повышать прочность не только на воздухе, но еще лучше в воде, называют *вяжущими водного твердения* или *гидравлическими вяжущими*.



В отдельную группу выделяют *вяжущие вещества автоклавного твердения*), хотя по существу они то же относятся к гидравлическим



Они эффективно твердеют только в среде нагретого насыщенного пара в автоклавах, где температура  $175^{\circ}\text{C}$  и более и давление 0,9.



Прочность вяжущих изменяется во времени, поэтому оценивают вяжущие по прочности, набранной за определенное время твердения в условиях, установленных стандартом. Этот показатель принимают за ***марку вяжущего***.

*Момент, когда пластичное вяжущее тесто начинает загустевать и теряет пластичность, соответствует началу схватывания*



*Далее вязущее тесто уплотняется, полностью загустевает и постепенно превращается в твердое камневидное тело. Этот момент считают концом схватывания.*

A large, conical pile of white, fine-grained gypsum powder is centered on a dark, textured surface. The powder has a slightly uneven, crystalline appearance. The background is a dark, mottled grey with some lighter patches, suggesting a rough or industrial floor.

# **Гипсовые вяжущие вещества.**

*Гипсовыми вяжущими веществами* называют материалы, для получения которых используют сырьё, содержащее сернокислый кальций,

природные гипс  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  и ангидрит  $\text{CaSO}_4$ .

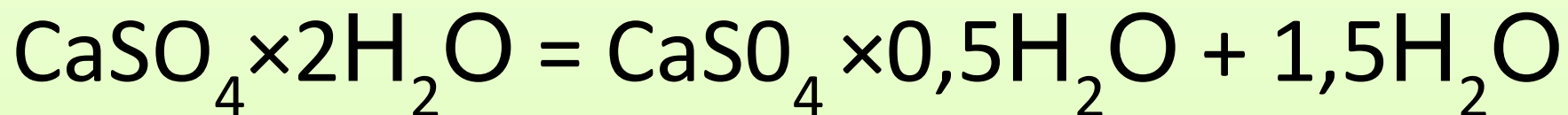


# ***Производство***

Создавая соответствующие условия дегидратации двуводного гипса, можно получить различные гипсовые вяжущие вещества, которые разделяют на две группы:

- низкообжиговые (собственно гипсовые)
- высокообжиговые (ангидритовые) — ангидритовый цемент и высокообжиговый гипс.

При нагревании двухводного гипса до 180°C двухводный гипс превращается в полуводный:



При дальнейшем нагревании до 200°C полностью обезвоживается, превращаясь в безводный растворимый ангидрит  $\text{CaSO}_4$ .

При дальнейшем нагревании до 450...750 °С безводный гипс медленно переходит в нерастворимый ангидрит, не обладающий вяжущими свойствами, но если его размолоть и ввести некоторые вещества — катализаторы, он приобретает способность медленно схватываться и твердеть.

При нагревании до 800...1000 °С нерастворимый ангидрит частично разлагается на оксид кальция, сернистый газ и кислород. Полученный продукт, размолотый в порошок, вследствие появления небольшого количества оксида кальция (3...5 %), выполняющего роль катализатора, вновь приобретает свойства схватываться и твердеть.

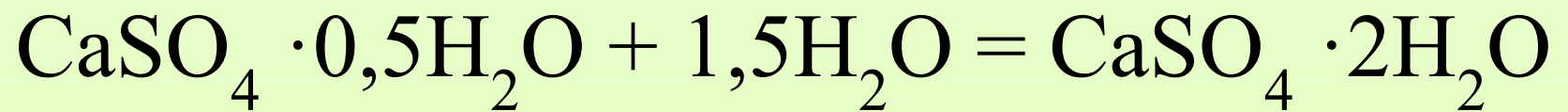
Для получения  
ГИПСОВЫХ  
вяжущих сырьё  
обжигают в печах  
(вращающихся,  
шахтных и др.)  
или в варочных  
котлах.



*Твердение гипсовых вяжущих*  
проходит по следующей схеме.

- На *первом этапе*  
(подготовительном) частицы  
полуводного гипса, приходя в  
соприкосновение с водой,  
начинают растворяться с  
поверхности до образования  
насыщенного раствора.

Одновременно начинается гидратация полуводного гипса по реакции



Этот период характеризуется пластичным состоянием теста.



На *втором этапе* (коллоидации) наряду с гидратацией растворенного полугидрата и переходом его в двуводный гипс происходит прямое присоединение воды к твердому полуводному гипсу. Это приводит к возникновению двуводного гипса в виде высокодисперсных кристаллических частичек.

На *третьем этапе*  
(кристаллизации) образовавшийся  
неустойчивый гель  
перекристаллизовывается в более  
крупные кристаллы, которые  
срастаются между собой в  
кристаллические сrostки, что  
сопровождается твердением  
системы и ростом ее прочности.

Указанные этапы не следуют строго друг за другом, а налагаются один на другой и продолжаются до тех пор, пока весь полуводный гипс не перейдет в двуводный (практически через 20...40 мин после затвердения).

## *Свойства*

Стандартом на гипсовые вяжущие, получаемые путем термической обработки гипсового сырья до полугидрата сульфата кальция, установлено 12 марок (МПа): Г-2, Г-3, Г-4, Г-5, Г-6, Г-7, Г-10, Г-13, Г-16, Г-19, Г-22, Г-25.

По тонкости помола, определяемой остатком (в %) при просеивании пробы на сите с отверстиями размером 0,2 мм, гипсовые вяжущие делятся на три группы: I – грубый помол (остаток на сите 02 не более 23 %), II – средний помол (остаток на сите не более 14%), III – тонкий (остаток на сите не более 2%).

Гипсовые вяжущие относительно быстро схватываются и твердеют. Различают быстротвердеющий (А), нормально твердеющий (Б) и медленно твердеющий (В) гипсы.

со сроками схватывания:  
быстротвердеющий  
начало не ранее 2 мин,  
конец не позднее 15 мин.

нормально твердеющий:

начало схватывания не позднее

6 мин и не позднее 30 мин.



медленно твердеющий:  
начало схватывания не ранее  
20 мин, конец не нормируется.

Важнейшими недостатками затвердевших гипсовых вяжущих являются значительные деформации под нагрузкой (ползучесть) и низкая водостойкость.

# Применение

Гипсовые вяжущие применяют для производства гипсовой сухой штукатурки, перегородочных плит и панелей, архитектурных, звукопоглощающих и других изделий, а также строительных растворов для внутренних частей зданий.

## ***Ангидритовое вяжущее***

состоит преимущественно из нерастворимого ангидрита. Его изготавливают обжигом природного гипса при 600...700 °С и последующим помолом обожженного продукта с добавками — активизаторами твердения или из природного ангидрита без обжига путем его совместного помола с теми же добавками.

***Высокообжиговый гипс,***  
получаемый обжигом двухводного гипса или ангидрита при 800...1000°С, состоит в основном из безводного сернокислого кальция. В нем присутствует небольшое количество оксида кальция (3...5 %), который образуется в результате термического разложения части сульфата кальция при обжиге и выполняет роль катализатора при твердении высокообжигового гипса.

# **Магнезиальные вяжущие вещества**

*Каустический магнезит*  
получают при умеренном обжиге  
магнезита при температуре  
700...800 °С. Он состоит в  
основном из оксида магния.

Магнезиальные вяжущие вещества характеризуются хорошим сцеплением с органическими материалами (древесными опилками, стружкой и т. п.) и предохраняют их от загнивания.



На этом основано  
применение этих  
вяжущих для  
устройства

КСИЛОЛИТОВЫХ ПОЛОВ  
(заполнителем в которых  
служат древесные опилки),  
изготовления некоторых  
материалов (фибролита).





The background of the image is a dense field of small, light-colored, rounded pebbles or stones, likely made of limestone or a similar material. The pebbles are packed closely together, creating a textured, granular appearance. In the center of the image, there is a rectangular green box with a thin white border. Inside this box, the text is written in a white, bold, serif font, arranged in three lines. The text reads: "Известь" on the first line, "строительная" on the second line, and "воздушная" on the third line. The overall composition is simple and focuses on the product name.

**Известь  
строительная  
воздушная**

***Сырье и производство.*** Для получения воздушной извести пригодны карбонатные породы (известняки, мел, ракушечник, доломитизированные известняки), в которых содержание примесей глины, кварцевого песка и т. п. не превышает 6 %.

*Обжиг* такого сырья производится до полного удаления диоксида углерода, в результате получают продукт, состоящий в основном из  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ .



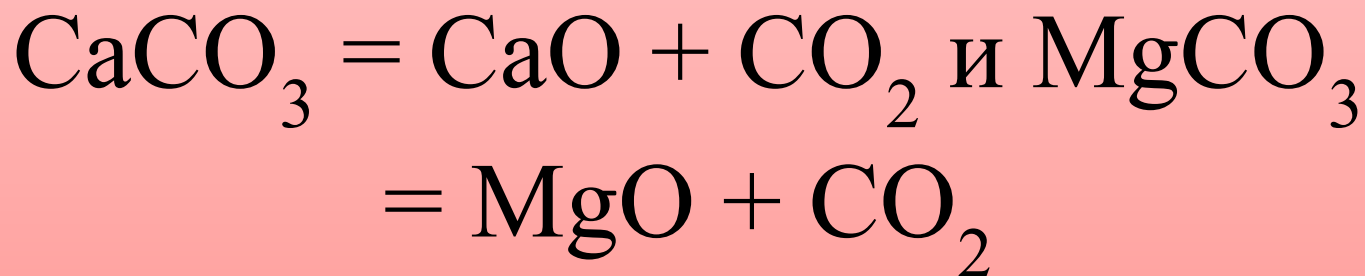
В зависимости от содержания оксида магния различают следующие виды воздушной извести:

кальциевую —  $\text{MgO}$  не более 5%,

магнезиальную — 5...20 %,

доломитовую — 20...40 %.

Обжиг сырья производят в шахтных печах, реже во вращающихся или установках для обжига во взвешенном состоянии и кипящем слое. Основные реакции, происходящие при обжиге:



Реакции разложения этих карбонатов обратимы и зависят от температуры и парциального давления углекислого газа. При термической диссоциации карбоната кальция давление углекислого газа достигает атмосферного при температуре около  $900^{\circ}\text{C}$ , а карбоната магния — около  $400^{\circ}\text{C}$ .

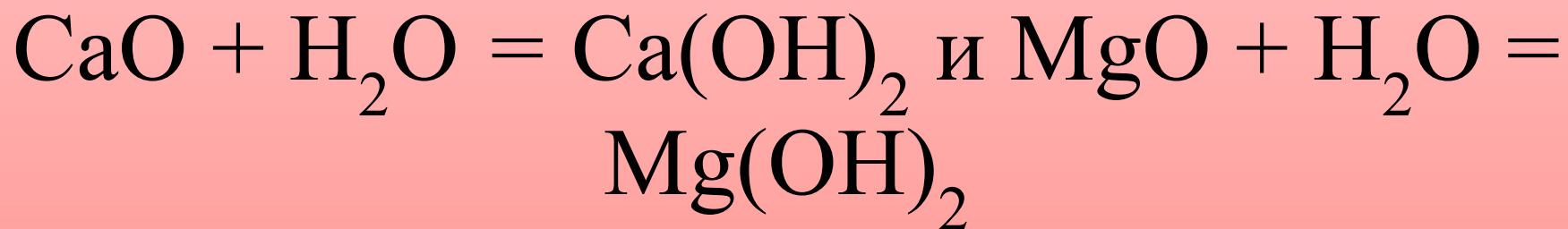
Практически для  
удовлетворительного хода обжига  
температуру печного пространства  
доводят до 1000...1200 °С  
(диссоциация карбонатов резко  
ускоряется).

При более высоких температурах обжига образуются крупные кристаллы оксида кальция и магния, происходит уплотнение продукта обжига. Такая известь в обычных условиях медленно или совсем не взаимодействует с водой и называется «пережогом». Наличие пережога в извести вредно влияет на ее качество.



Известь, выходящую из печи обычно в виде кусков различной величины (комья), называют комовой *негашеной известью*. Это — полупродукт, который для превращения в вяжущее предварительно измельчают химическим путем — гашением водой (*гашеная известь*) или механическим путем — размолотом в мельницах (*молотая негашеная известь*)

*Гашение* извести заключается в том, что вода, соприкасаясь с кусками негашеной извести, поглощается ею, всасываясь в поры, и одновременно химически взаимодействует с оксидами кальция и магния, образуя их гидроксиды:



При этом 1 кг извести-кипелки выделяет 1160 кДж теплоты, которая переводит часть воды в парообразное состояние.

В зависимости от количества воды, взятой при гашении, можно получить гидратную известь-пушонку, известковое тесто или известковое молоко.

Для получения *извести-пушонки*, представляющей собой тонкий белый порошок, теоретически достаточно 32,13% воды от массы извести-кипелки.

При гашении извести в тесто расход воды увеличивают до 2...3 ч (по массе) на 1 ч извести-кипелки; при еще большем количестве воды получают известковое молоко.

***Известковое тесто*** в виде пастообразной концентрированной водной суспензии (плотность около  $1400 \text{ кг/м}^3$ ) содержит примерно 50 % воды и 50 % очень мелких частиц гидроксидов кальция и магния.

***Известковое молоко*** имеет вид жидкости и плотность менее 1300 кг/м<sup>3</sup>.

По скорости гашения воздушная известь бывает: быстрогасящаяся со скоростью гашения не более 8 мин, среднегасящаяся — до 25 мин и медленногасящаяся — более 25 мин.

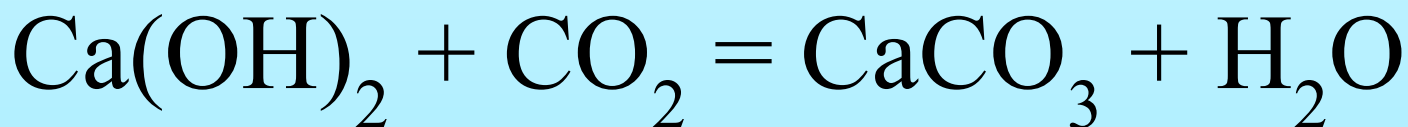


*Молотая известь-кипелка* по химическому составу подобна исходной комовой извести. При ее помоле раз решается вводить тонкомолотые минеральные добавки (шлаки, золы, песок, пемзу, известняк и др.), которые улучшают свойства таких смешанных известковых вяжущих.

# **Твердение и свойства**

**Растворы и бетоны на гашеной  
извести твердеют на воздухе при  
обычных температурах**

В процессе карбонизации, т. е. взаимодействия гидроксида кальция с углекислым газом воздуха, образуется карбонат кальция и выделяется вода:



Образование  $\text{CaCO}_3$  и  
кристаллизация  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   
происходят только при  
положительной температуре и в  
обычных условиях протекают  
очень медленно.

- Превращение в твердое камневидное тело известковых растворных или бетонных смесей на молотой негашеной извести обусловлено гидратационным твердением такой извести. Твердение извести протекает в результате гидратации оксида кальция.

В отличие от гашеной молотая известь обладает способностью быстро схватываться и твердеть. Прочность при сжатии растворов через 28 суток твердения на воздухе в обычных условиях достигает 2...3 МПа и более.

## *Применение*

Для изготовления кладочных и штукатурных растворов, эксплуатируемых в воздушно-сухих условиях.

В производстве различных плотных и ячеистых автоклавных материалов в виде силикатного кирпича и крупных изделий. Воздушную известь используют в производстве местных вяжущих веществ и для получения дешевых красочных составов.



Склады для извести-кипелки и пушонки должны быть закрытыми и иметь пол, возвышающийся над землей. - Чтобы качество извести существенно не изменялось, хранят ее не более месяца.