

## ХАРАКТЕРИСТИКА И ВИДЫ СВЯЗЫВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ CHARACTERISTICS AND TYPES OF BINDING MATERIALS

*Киёмов Шавкат Фазлиддинович*

*Старший преподаватель Бухарского инженерно-технологического  
института*

*Kiyomov Shavkat Fazliddinovich*

*Senior Lecturer at the Bukhara Institute of Engineering and Technology*

**Аннотация:** в данной статье приведены основные связывающие материалы и их характеристика, типы связывающих материалов, свойства гидравлических известьсодержащих вяжущих.

**Abstract:** this article presents the main binding materials and their characteristics, types of binding materials, properties of hydraulic lime-containing binders.

**Ключевые слова:** воздушная известь, сырье, известняк, мел, доломит, пережог, осадочные горные породы, помол, гидравлические известьсодержащие вяжущие, строительная гидравлическая известь.

**Keywords:** air lime, raw materials, limestone, chalk, dolomite, burnout, sedimentary rocks, grinding, hydraulic lime-containing binders, construction hydraulic lime.

Известь известна человечеству не одно тысячелетие и все это время активно используется им в строительстве и многих других отраслях. Это объясняется доступностью сырья, простотой технологии и достаточно хорошими свойствами извести.

Сырьем для получения извести служат широко распространенные осадочные горные породы: известняки, мел, доломиты, состоящие преимущественно из карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ). Если куски таких пород прокалить на огне, то карбонат кальция перейдет в оксид кальция [1]:



После прокаливания куски, теряя с углекислым газом 44 % своей массы, становятся легкими и пористыми. При смачивании водой они бурно реагируют с ней, превращаясь в тонкий порошок, а при избытке воды в пластичное тесто. Этот процесс, сопровождающийся сильным выделением теплоты и разогревом воды вплоть до кипения, называют гашением извести. Образующееся при избытке взятой воды пластичное тесто используют в качестве вяжущего. При испарении воды тесто загустевает и переходит в камневидное состояние. Недостаток извести — медленное твердение: процесс набора прочности твердеющей известью растягивается на годы и десятилетия. В реальные сроки

строительства прочность затвердевшей извести, как правило, не превышает 0,5...2 МПа [2].

Сырье — карбонатные породы (известняки, мел, доломиты), содержащие не более 6...8 % глинистых примесей, обжигают в шахтных или вращающихся печах при температуре 1000...1200°C. В процессе обжига  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ , содержащиеся в исходной породе, разлагаются на оксиды кальция  $\text{CaO}$  и магния  $\text{MgO}$  и углекислый газ. Неравномерность обжига может привести к образованию в извести недожога и пережога [3].

Недожог (неразложившийся  $\text{CaCO}_3$ ), получающийся при слишком низкой температуре обжига, снижает качество извести, так как не гасится и не обладает вяжущими свойствами.

Пережог образуется при слишком высокой температуре обжига в результате сплавления  $\text{CaO}$  с примесями кремнезема и глинозема. Зерна пережога медленно гасятся и могут вызвать растрескивание и разрушение уже затвердевшего материала [4].

Куски обожженной извести — комовая известь — обычно подвергают гашению водой:



Выделяющаяся при гашении теплота резко повышает температуру извести и воды, которая может даже закипеть (поэтому негашеную известь называют кипелкой).

При гашении куски комовой извести увеличиваются в объеме и распадаются на мельчайшие (до 1 мкм) частицы.

В зависимости от количества взятой для гашения воды получают: гидратную известь - пушонку (35...40 % воды от массы извести, т. е. в количестве, необходимом для протекания реакции гидратации — процесса гашения); известковое тесто (воды в 3...4 раза больше, чем извести), известковое молоко (количество воды превышает теоретически необходимое в 8... 10 раз) [5].

По содержанию оксидов кальция и магния воздушная известь бывает:

- кальциевая —  $\text{MgO}$  не более 5 %;
- магниевая —  $\text{MgO} > 5...20$  %;
- доломитовая —  $\text{MgO} > 20...40$  %.

По виду поставляемого на строительство продукта воздушную известь подразделяют на негашеную комовую (кипелку), негашеную порошкообразную (молотую кипелку) и гидратную (гашеную, или пушонку).

Негашеная комовая известь представляет собой мелкопористые куски размером 5...10 см, получаемые обжигом известняка. В зависимости от содержания, активных  $\text{CaO} + \text{MgO}$  и количества негасящихся зерен комовую известь разделяют на три сорта [6].

По скорости гашения комовая известь бывает:

Вид извести	Время достижения максимальной температуры, мин
Быстрогасящаяся	<8
Среднегасящаяся	8...25
Медленногасящаяся	>25

Негашеную порошкообразную известь получают помолом комовой в шаровых мельницах в тонкий порошок. Часто в известь во время помола вводят активные добавки (гранулированные доменные шлаки, золы ТЭС и т. п.) в количестве 10...20 % от массы извести. Порошкообразная известь, как и комовая, делится на три сорта.

Преимущество порошкообразной извести перед комовой состоит в том, что при затворении водой она ведет себя подобно гипсовым вяжущим: сначала образует пластичное тесто, а через 20...40 мин схватывается. Это объясняется тем, что вода затворения, образующая тесто, частично расходуется на гашение извести [7].

При использовании порошкообразной извести воды берут 100...150 % от массы извести в зависимости от качества извести и количества активных добавок в ней. Определяют количество воды опытным путем.

Гидратная известь (пушонка) — тончайший белый порошок, получаемый гашением извести, обычно в заводских условиях, небольшим количеством воды (несколько выше теоретически необходимого). При гашении в пушонку известь увеличивается в объеме в 2...2,5 раза. Насыпная плотность пушонки — 400...450 кг/м<sup>3</sup>; влажность — не более 5 % [8].

Гашение извести можно производить как на строительстве объекта, так и централизованно. В последнем случае гашение совмещается с мокрым помолом непогасившихся частиц, что увеличивает выход извести и улучшает ее качество.

На строительстве известь гасят в гасильных ящиках (творилах). В ящик загружают комовую известь не более чем на 1/3 его высоты (толщина слоя обычно около 100 мм), поскольку при гашении известь увеличивается в объеме в 2,5...3,5 раза. Быстрогасящую известь заливают сразу большим количеством воды, чтобы не допустить перегрева и кипения воды, медленногасящую — небольшими порциями, следя за тем, чтобы известь не охладилась. Из 1 кг извести в зависимости от ее качества получается 2...2,5 л известкового теста. Этот показатель называют «выход теста».

Воздушная известь — единственное вяжущее, которое превращается в тонкий порошок не только размолом, но и путем гашения водой [9].

Колоссальная удельная поверхность частиц  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и их гидрофильность обуславливает большую водоудерживающую способность и пластичность известкового теста. После отстаивания известковое тесто содержит около 50% твердых частиц и 50% воды. Каждая частица окружена тонким слоем адсорбированной воды, играющей роль своеобразной смазки, что обеспечивает высокую пластичность известкового теста и смесей с использованием извести.

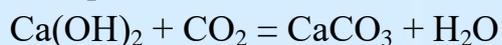
По окончании гашения жидкое известковое тесто через сетку сливают в известохранилище, где его выдерживают до тех пор, пока полностью не завершится процесс гашения (обычно не менее двух недель). Известковое тесто с размером непогасившихся зерен менее 0,6 мм можно применять сразу. Крупные непогасившиеся зерна опасны тем, что среди них могут быть пережженные зерна (пережог) [10].

Содержание воды в известковом тесте не нормируется. Обычно в хорошо выдержанном тесте соотношение воды и извести около 1:1.

Твердение. Известковое тесто состоит из насыщенного водного раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и мельчайших нерастворившихся частиц извести; По мере испарения из него воды образуется пересыщенный раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , из которого выпадают кристаллы, увеличивающие содержание твердой фазы. При этом происходит усадка твердеющей системы, которая в определенных условиях (например, при твердении известковой смеси на жестком основании — штукатурный слой) может вызвать растрескивание материала. Поэтому известь всегда применяют с заполнителями (например, известково-песчаные растворы) или в смеси с другими вяжущими для придания материалу пластичности [11].

Известковое тесто, защищенное от высыхания, неограниченно долго сохраняет пластичность, т.е. у такой извести «отсутствует» процесс схватывания. Затвердевшее известковое тесто при увлажнении вновь переходит в пластичное состояние (известь — неводостойкий материал).

Однако при длительном твердении (десятилетия) известь приобретает довольно высокую прочность и относительную водостойкость (например, в кладке старых зданий). Это объясняется тем, что на воздухе известь реагирует с углекислым газом, образуя нерастворимый в воде и довольно прочный карбонат кальция, т. е. как бы обратно переходит в известняк:



Процесс этот очень длительный, и полной карбонизации извести практически не происходит.

Существует мнение, что при длительном контакте извести с кварцевым песком в присутствии влаги между этими компонентами происходит взаимодействие с образованием контактного слоя из гидросиликатов. Это так же

повышает прочность и водостойкость бетонов и кирпичной кладки на извести, имеющих возраст более 200...300 лет [12].

Применение, транспортирование, хранение. Воздушную известь применяют для приготовления кладочных и штукатурных растворов как самостоятельное вяжущее, так и в смеси с цементом; при производстве силикатного кирпича и силикатобетонных изделий; для получения смешанных вяжущих (известково-шлаковых, известково-зольных и др.) и для красок.

Негашеную известь, особенно порошкообразную, при транспортировании и хранении предохраняют от увлажнения. Порошкообразная известь - кипелка гасится даже влагой, содержащейся в воздухе. Максимальный срок хранения молотой извести в бумажных мешках 25 сут, в герметичной таре (металлические барабаны) — не ограничен.

Комовую известь транспортируют навалом в закрытых вагонах и автомашинах, порошкообразную — в бумажных мешках, а также в специальных автоцистернах. В таких же цистернах перевозят пушонку и известковое тесто.

Хранят комовую известь в сараях с деревянным полом, поднятым над землей на 30 см. Недопустимо попадание на известь воды, так как это может вызвать ее разогрев и пожар. На складах извести тушение пожара водой запрещается [2,7].

Низкая водостойкость извести всегда побуждала людей искать пути ликвидации этого недостатка. Еще в Древнем Риме был найден способ получения водостойкого вяжущего на основе извести. Помогло римлянам в этом наличие вулкана Везувия. Они обнаружили, что при добавлении вулканического пепла к извести образующаяся смесь после твердения на воздухе в течение 7...14 дней далее могла твердеть в воде (более того, именно влажные условия были обязательны для набора прочности!). Это было первое гидравлическое вяжущее. Добавки из вулканических пород (пепла, туфа и т. п.) впоследствии получили название гидравлические или пуццолановые (по названию местечка у подножия Везувия, где они добывались). Римские постройки (мосты, акведуки, бани-термы и т. п.) на В Древней Руси проблема придания извести водостойкости была решена несколько иным путем. Там в роли гидравлической добавки использовали молотый бой кирпича; такую смесь на Руси называли цемянкой.

Механизм твердения этих вяжущих заключается в образовании из смеси извести, активных кремнезема и глинозема (пепла, молотого кирпича и т. п.) и воды водонерастворимых гидросиликатов и гидроалюминатов:



Другой путь получения водостойких вяжущих на основе извести также был найден очень давно. Он базировался на обжиге известняков, имеющих примесь глины от 6 до 20%. В этом случае в обожженном продукте помимо CaO появлялись низкоосновные силикаты и алюминаты (например,  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ),

способные к твердению в воде. Естественно, механизм твердения этих вяжущих был расшифрован только в XX в. Все эти вяжущие в несколько измененном виде применяют до сих пор [4,9].

Современные известьесодержащие вяжущие гидравлического твердения — группа низкомарочных (малопрочных) так называемых местных вяжущих. В эту группу входят смешанные вяжущие (известково-пуццолановые и известково-шлаковые), а также гидравлическая известь.

Смешанные вяжущие получают совместным измельчением негашеной извести (10...30%), гидравлической добавки (85...70%) и гипса (до 5%). В качестве добавки используют горные породы, содержащие активный кремнезем: вулканический пепел, пемзу, туф, диатомит, трепел и др. Такие вяжущие называют известково-пуццолановыми. Если в качестве добавки взят доменный гранулированный шлак, такие вяжущие называют известково-шлаковыми.

Известьесодержащие гидравлические вяжущие на начальной стадии (около 7 дней) должны твердеть в сухих условиях, а затем во влажных. По пределу прочности при сжатии стандартных образцов через 28 суток твердения известьесодержащие вяжущие делятся на марки 50; 100; 150 и 200 (кг/см<sup>2</sup>).

Известьесодержащие гидравлические вяжущие применяют для приготовления растворов для кладки подземных частей зданий и бетонов. Срок хранения таких вяжущих из-за наличия в них негашеной извести не должен превышать 30 суток, причем во время хранения их тщательно предохраняют от увлажнения [1,2].

Строительная гидравлическая известь — продукт умеренного обжига при температуре 900... 1100° С мергелистых известняков (содержание глины 8..20 %). В состав гидравлической извести входят свободные оксиды кальция и магния (50...65 %) и низкоосновные силикаты и алюминаты кальция, которые и придают извести гидравлические свойства.

Гидравлическая известь, смоченная водой, полностью гасится, образуя пластичное тесто. В отличие от воздушной она быстрее твердеет, приобретая со временем водостойкость. Однако первые 1...2 недели гидравлическая известь должна твердеть в воздушно-влажных условиях, и только после этого ее можно помещать в воду.

Предел прочности при сжатии затвердевшей гидравлической извести 2...5 МПа. Применяют ее для низкомарочных растворов и бетонов, используемых в том числе и во влажных условиях.

**Список использованной литературы:**

1. Qiyomov Sh.F. *Gidravlik ohak xom ashyosi xossalari va ishlatilishi*. “Yengil sanoatda fan-ta’lim va ishlab chiqarishning innovatsion yechimlari” respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari, 2-tom, 21 aprel 2021 y.
2. Qiyomov Sh.F. *Qurilish sanoatida kimyoviy bog’lovchi moddalardan foydalanish*. Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы промышленной инженерии» (20-22 октября 2021 г.).
3. Aslonov B.B. *Environmental Prooblems and possible solutions*. European journal of Technical and Natural Sciences, №2 2020, Vienna 2020.
4. Аслонов Б.Б. **Прочность и дефектность наполненных полимерных материалов**. UNIVERSUM: технические науки, Выпуск: 4(85), апрель, 2021, Часть 4, С. 54-57.
5. Аслонов Б.Б. **Исследование взаимодействия тоннельных констукции с грунтовых массивом при воздействии динамических нагрузок**. UNIVERSUM: технические науки, Выпуск: 4(97), апрель, 2022, С. 25-30.
6. Tursunova N.N. *First and measures organization*. International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology (IJERT). Volume 7 – Issue 4, April 2020. P. 243-245.
7. Tursunova N.N. *Research of the process of storage of soyben based on system thinking*. International Journal of Advanced Science and Technology. Volume 29, №7 2020. P.11764- 11770.
8. Tursunova N.N. *The essence of emergency preparedness*, Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. ISSN: 2249-7137. Vol. 12, Issue 11, November 2022. P. 103-108.
9. Tursunova N.N., Narziyev M.S. *Developing a hyerarchic structure to study the process of shadow grain storage based on system thinking*. Фан ва технологиялар тараққиёти: илмий-техникавий журнал. 2019. № 7/2020, 201-205 б.
10. Турсунова Н.Н. *Биотехнологический потенциал и пищевая безопасность семян масличных сортов подсолнечника в Узбекистане*. Universum: технические науки: научный журнал. – № 7(100). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2022. С. 65-68.
11. Ochilova N.T. *Technology of painting works in construction*. International bulletin of engineering and technology, | Volume 2, Issue 10, October. P. 115-121 (<https://doi.org/10.5281/zenodo.7249088>).
12. Ochilova N.T., Ismailov A.A. *Modern technologies of varnish production*. Eurasian journal of academic research. Innovative Academy Research Support Center. Volume 2 Issue 12, November 2022. P. 247-254.