

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СССР



ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ЭКОНОМИКИ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Серия 8. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ АВТОКЛАВНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И МЕСТНЫХ ВЯЖУЩИХ

Обзорная информация

Выпуск 1

ПРОИЗВОДСТВО ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ
В СССР И ЗА РУБЕЖОМ

Издается с 1964 г.

МОСКВА 1987

Выходит 2 раза в год

УДК 666.924(048.8)(47+57)(-87)

Автор канд. техн. наук А.В.МОНАСТЫРЕВ

ВВЕДЕНИЕ

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года, принятых XXIII съездом КПСС, поставлена задача "Развивать производство эффективных строительных материалов. Полнее использовать материалы попутной добычи, вторичное сырье, шлаки и другие отходы для производства строительных материалов. Постепенно переходить на поставку изделий высокой строительной готовности" [1]. В соответствии с поставленной задачей, а также возрастающими потребностями строительства в "сухих" и других видах отделочных смесей и штукатурных растворах необходимо расширение производства сухой гидратной извести на известковых заводах с использованием научно-технических достижений и передового отечественного и зарубежного опыта [2, 3]. В этой связи целесообразно рассмотреть техническое состояние и тенденции развития гидратной извести в СССР, странах-членах СЭВ, а также в промышленно развитых капиталистических странах, обобщить имеющийся передовой производственный опыт, подготовить рекомендации по расширению и совершенствованию производства гидратной извести на отечественных предприятиях.

В обзоре рассмотрены современная технология и оборудование для производства сухой гидратной извести, известкового теста и молока, применяемых в СССР, странах-членах СЭВ и промышленно развитых капиталистических странах. Приведены общие сведения об извести, термохимическом процессе ее гидратации и влиянии на него различных факторов. Описаны технологические линии для получения гидратной извести; приведены технические характеристики технологического оборудования и технико-экономические показатели, освещены уровни механизации производства, мероприятия по защите окружающей среды; дана характеристика качества получаемой извести.

Обзор предназначен для специалистов, занимающихся эксплуатацией, проектированием, наладкой и разработкой оборудования для производства гидратной извести.

Научный редактор канд. техн. наук Е.М.СЕРГЕЙКИНА

Редакционная коллегия

С.И.ИЛЬЧЕВА (главный редактор), Н.Н.ГНУЧЕВА (отв. секретарь),
Х.С.ВОРОБЬЕВ, Ю.В.ГУДКОВ, Б.М.ГРИССИК, Ю.И.ДРАЙЧИК, М.П.ИВАНОВ,
В.В.ИВАНИЦКИЙ, Ю.Е.МАЛКИН, М.С.РУСИНА, Е.М.СЕРГЕЙКИНА, Т.А.УХОВА,
С.И.ХВОСТЕНКОВ

© ВНИИЭМ, 1987

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ

ВИДЫ ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ

Гидратная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется при смешивании негашеной извести с водой. Негашеная известь, получаемая обжигом кальциево-магниевых горных пород, состоит в основном из оксидов кальция и магния, неоднократно (CaCO_3), соединений глинистых примесей с CaO и MgO ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) [4]. В СССР гидратную известь приготавливают главным образом из воздушной кальциевой извести, содержащей 40–96% CaO и до 8% MgO [4, 5]. Промышленностью производятся сухая гидратная известь (пушонка), известковое тесто и известковое молоко.

Сухая гидратная известь представляет собой тонкозернистый белый порошок, который получается при гашении воздушной кальциевой извести таким количеством воды, какое необходимо для полного протекания химической реакции гидратации. При получении известкового теста – влажной аморфного вида пластичной пасты – к 1 кг негашеной извести добавляют в два раза больше воды, чем при сухом гашении. Известковое молоко представляет собой водную коллоидную суспензию со средним размером частиц около 1 мкм, имеющую консистенцию молока и вязкость, примерно равную вязкости воды. Его получают при использовании для гидратации извести в 3–3,5 раза больше воды, чем при гашении ее в тесто. Известковое тесто и молоко можно также приготовить на основе сухой гидратной извести.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ

Сухая гидратная известь в нашей стране применяется только в технологических целях (при обработке кожи животных, в химических процессах). Ее выпуск не превышает 6 тыс.т в год, что составляет незначительную часть от общего объема выпуска извести предприятиями Минстромматериалов СССР [4]. Известковое тесто широко используется в строительстве для приготовления строительных растворов, что улучшает их пластичность и удобоукладываемость, при производстве известково-полимерных смесей и известковых красок, применяемых для внутренних и наружных отделочных работ.

Известковое молоко в основном приготавливают из комовой извести на технологических линиях мощностью 20–65 тыс. м³/год, строится цех мощностью 400 тыс.м³ в год. Использование известкового молока вместо теста позволяет полностью механизировать подачу извести при приготовлении строительных растворов. В последние годы растет применение известкового молока для очистки сточных вод.

За рубежом считается неэкономичным доставлять известь на стройки и другим потребителям в виде известкового молока или теста, так как вместе с известью перевозится огромное количество воды. В ГДР 90% всей извести для строительства поставляется в виде сухого гидрооксида. В ЧССР только небольшую часть дробленой или молотой извести отправляют потребителю негашеной. Большую часть негашеной извести гасят в гидраторах с получением пушонки, которую транспортируют на стройки навалом в автоцистернах или упакованной в бумажные мешки [7]. Предлагается оснащение новых заводов эффективными гидраторами [8]. Растет выпуск сухой гидратной извести в ПНР, где за последние годы проведена коренная реконструкция гасильных установок и повышена их производительность с 15 до 30 т/ч [9].

В США основными продуктами известковой промышленности являются сухая кальциевая и доломитовая гидратная известь [10]. Большинство вновь строящихся известковых предприятий имеет в своем составе отделения по выпуску сухой гидратной извести. Пушонку складируют в сilosах вместимостью по 800 т и более и отгружают навалом в автоцистернах и в упакованном виде железнодорожным и автомобильным транспортом [10, 11]. Объемы выпуска кальциевой и доломитовой гидратной извести будут увеличены примерно в два раза [12].

В Японии в 1978 г. потребление сухой гидратной извести составило около 1,8 млн.т, или 20% всей выпущенной в стране извести. Она применяется в строительстве, для очистки сточных вод, десульфуризации дымовых газов электростанций, стабилизации грунтов. При производстве штукатурных работ наряду с кальциевой применяется доломитовая гидратная известь [13].

В ФРГ сухую гидратную известь используют в строительных растворах, для очистки сточных вод, десульфуризации дымовых газов электростанций и сталелитейных заводов, восстановления почв в лесах, обработки кожи животных. В 1983 г. для очистки сточных вод израсходовано более 0,6 млн.т сухой гидратной извести, что на 25% больше, чем в 1982 г., для десульфуризации газов – примерно 40 тыс.т [14, 15].

Таким образом, в странах-членах СЭВ и капиталистических странах кальциевая и доломитовая гидратная известь находят широкое применение как в строительстве, так и во многих других отраслях промышленности, а также при охране окружающей среды от загрязнений [16]. Доля выпуска сухой гидратной извести непрерывно увеличивается. Растет производство гидратной доломитовой извести в гидраторах-автоцистерах фирмы *Corsen*, работающих под давлением [10, 16]. При строительстве новых и реконструкции действующих известковых заводов устанавливают современные эффектив-

ные гидрататоры фирм ФРГ и США производительностью 10–40 т/ч, сооружают полностью механизированные склады с силосами вместимостью 750–1200 т, оборудованными пневмогрузателями, оснащают склады высокопроизводительными упаковочными машинами [10, 28, 31].

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ

Гидратная строительная известь, применяемая в строительстве и промышленности строительных материалов, должна отвечать определенным требованиям, которые содержатся в ГОСТ 9179–77 и технических условиях, разрабатываемых поставщиками совместно с потребителями. Сухая гидратная известь (пушонка) без добавок должна содержать активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ не менее (в %): со Знаком качества – 70, первого сорта – 67, второго сорта – 60; то же с добавками: первого сорта – 50, второго сорта – 40. Доля остаточной CO_2 в пушонке допускается не более (в %): со Знаком качества – 3, первого сорта – 3, второго сорта – 5; то же с добавками: первого сорта – 2, второго сорта – 4. Влажность пушонки со Знаком качества должна быть не более 4%, первого и второго сортов – 5%. Дисперсность сухой гидратной извести должна быть такой, чтобы при просеивании пробы через сите 02 и 08 (по ГОСТ 3584–73) остаток был не более 1,5 и 15% соответственно.

Качество известкового теста определяется его пластичностью, содержанием активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ и непогасившихся зерен. Например, ТУ 67–03–17–81 к известковому тесту предъявляются следующие требования: содержание активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ не менее 19%, остаток на сите 063 – не более 2% от массы пробы.

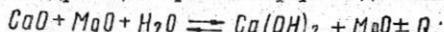
ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ГИДРАТАЦИИ ИЗВЕСТИ

Термохимический процесс гидратации кальциевой, магнезиальной или доломитовой извести представляет собой обратимую термохимическую реакцию соединения оксидов кальция и магния с водой, проходящую в зависимости от вида извести в соответствии со следующими уравнениями [5, 10, 17].

Для кальциевой извести:

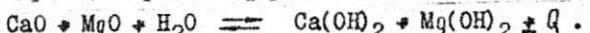


магнезиальной или доломитовой извести, обожженной в шахтных или вращающихся печах (гидратация при атмосферном давлении):



магнезиальной или доломитовой извести, обожженной в шахтных или вращаю-

щихся печах (гидратация при давлении 0,5–0,7 МПа) или печах кипящего слоя (гидратация при атмосферном давлении):



При полной гидратации 1 кг CaO выделяется 1160 кДж тепла, 1 кг MgO – 935 кДж, 1 кг доломитовой извести – 884 кДж.

Для полной гидратации 1 кг CaO , MgO и доломитовой извести теоретически необходимо добавить 0,321; 0,447 и 0,374 л воды соответственно. Практически при гашении кальциевой извести в пушонку необходимо ввести не 0,321, а по меньшей мере 0,5–0,7 л воды в зависимости от реакционной способности извести и содержания в ней примесей.

Ход реакции гидратации зависит от температуры и парциального давления водяных паров в аппарате. Давление водяных паров при диссоциации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ достигает атмосферного при температуре 547°C, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ – при 345°C, поэтому для быстрой и полной гидратации активных CaO и MgO необходимо, чтобы в аппарате, работающем при атмосферном давлении, не развивалась слишком высокая температура и имелось некоторое количество избыточной воды.

Для получения известкового теста к 1 кг негашеной извести необходимо добавить 1–1,4 л воды. Обычно оно содержит 30–50% свободной воды и 40–55% $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Свойства теста в значительной степени определяются количеством свободной воды: оно может быть густым или жидким, большой или меньшей подвижности, с разной массовой долей твердого известкового вещества.

Известковое молоко получают, добавляя к 1 кг негашеной извести более 3 л воды. Концентрация приготовляемого (при температуре 15°C) на стройках известкового молока изменяется в широких пределах – от 1,11 до 1,23 кг/л.

Скорость протекания и полнота завершения процесса гидратации извести зависят от ее реакционной способности, интенсивности перемешивания, размера зерен, количества и температуры воды. Реакционная активность гидроксидов кальция и магния характеризуется скоростью их растворения в воде. Установлено, что растворимость $\text{Ca}(\text{OH})_2$ увеличивается с ростом удельной поверхности и степени дефектности кристаллов. Удельная поверхность, в свою очередь, зависит от способа гидратации негашеной извести. Например, при гашении паром удельная поверхность $\text{Ca}(\text{OH})_2$ составила $3\text{--}5 \text{ m}^2/\text{г}$, при сухом гашении – $12\text{--}18 \text{ m}^2/\text{г}$, при гашении в тесто – $25\text{--}30 \text{ m}^2/\text{г}$. Установлено, что $\text{Ca}(\text{OH})_2$, полученный из быстрогашающейся извести, реагирует с водой в 2–3 раза быстрее по сравнению с полученным из пережженной извести. Максимальная скорость перехода в раствор характерна для извести при гашении ее в молоко с турбосактивизацией. В связи с этим при гашении извести рекомендуется интенсивное перемешивание известкового раствора [10].

Получение гидроксида с максимальной удельной поверхностью имеет место при гидратации медленногасящейся извести. При обжиге одного и того же карбонатного сырья возможно образование быстро-, средне- или медленногасящейся извести в зависимости от температуры обжига, вида и качества топлива, конструкции печи и т.п. (рис.1). По продолжительности гашения известь относится к быстрогасящейся (6 мин - кривая 1), среднегасящейся (13 мин - кривая 2) и медленногасящейся (31 мин - кривая 3). Последняя требует применения специальных приемов гидратации, которая сопровождается большим выходом непогасившихся зерен, что снижает производительность оборудования и приводит к получению $\text{Ca}(\text{OH})_2$ низкой реакционной способности [4,5,6].

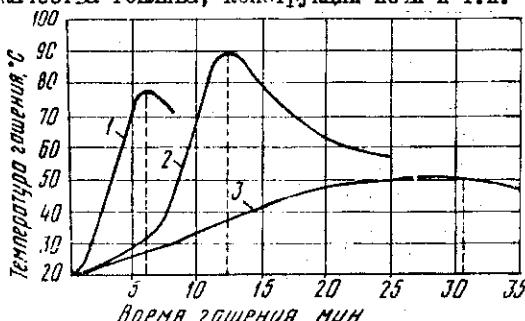


Рис. 1. Кривые гидратации комовой кальциевой извести, полученной при обжиге:
1 - в шахтной печи на газообразном топливе при 1220°C ; 2 - во вращающейся печи на мазуте при 1400°C ; 3 - в шахтной печи на твердом некондиционном топливе (антрапите) при 1400°C .

При обжиге доломита в шахтных и вращающихся печах при температуре $1100\text{--}1300^{\circ}\text{C}$ оксид магния получается пережженным и его гидратация в обычных условиях не происходит полностью. Пережженный MgO (периклаз) при гидратации в аппаратах, работающих при атмосферном давлении, остается в пушонке, известковом тесте и молоке в виде нераспавшихся зерен, ухудшая их качество. Кроме того, его запоздалое гашение в кладке или штукатурке приводит к строительным дефектам. Полная гидратация периклаза происходит лишь в среде насыщенного водяного пара при давлении 0,5-0,7 МПа в специальных гидраторах-автоклавах [5,10].

Получение MgO в активной форме возможно при мягком режиме обжига при температуре $850\text{--}950^{\circ}\text{C}$ с использованием малозольного топлива в шахтной или короткой вращающейся печи с запечными теплообменниками [5]. Так, например, обжиг доломита фракции 3-10 мм в течение 15 мин при температуре $930\text{--}980^{\circ}\text{C}$ позволяет получить доломитовую известь, содержащую MgO в активной форме. На рис. 2 приведены кривые гашения активной доломитовой извести. Такая известь состоит из кристаллов MgO размером 0,5 мкм и CaO размером 1-2 мкм [4,5,6].

Предварительное дробление комовой извести повышает скорость ее гидратации, поэтому рекомендуется быстро- и среднегасящуюся кальциевую

известь измельчать до зерен размером менее 10-12 мм, а медленногасящуюся - до 2 мм и менее [5,10].

Интенсивное перемешивание извести при гашении способствует удалению с поверхности ее зерен тестообразного слоя, препятствующего проникновению воды к непогасившимся слоям, ускорению процесса гидратации и повышению дисперсности частиц гидроксида кальция.

Количество прибавляемой к негашенной извести воды оказывает существенное влияние как на процесс гидратации, так и на качество получаемого продукта. Известно, что резкое прибавление к быстрогасящейся комовой извести большого количества избыточной воды приводит к "загущиванию" извести. Это явление заключается в том, что CaO в поверхностном слое кусков извести слишком быстро гидратируется, образуется плотный слой $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который препятствует проникновению воды внутрь. Процесс гидратации замедляется и длится до тех пор, пока куски извести не начнут распадаться под действием сил растяжения при изменении объема. Известковое тесто в этом случае характеризуется низкой пластичностью и замедленным созреванием.

Если к комовой извести было добавлено недостаточно воды, то гашение протекает при высокой температуре ($200\text{--}290^{\circ}\text{C}$) и гидратная известь как бы "перегорает", на поверхности кусков образуется слой крупнодисперсного и прочного $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который задерживает проникновение воды. Силы растяжения оказываются недостаточными для разрушения крупнокристаллической структуры $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Приготовленное из перегоревшей извести тесто обладает низкой пластичностью.

Таким образом, для нормально протекающего процесса гидратации извести и получения гидроксида кальция в виде тонкодисперсных пластинчатых кристаллов необходимо негашеную известь измельчить до зерен размером менее 10-12 мм, воду добавлять равномерными порциями (в виде большого количества мелких струй) и гидратацию вести при интенсивном перемешивании смеси [10]. После завершения процесса гидратации частицы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ склонны слипаться в агломераты. Для предотвращения слипания гидроксида применяют механическую обработку смеси или суспензии, а также используют диспергаторы - этанол, сахар (в химической промышленности).

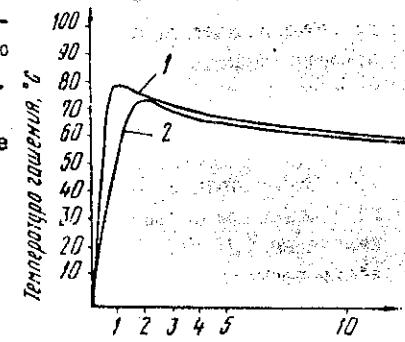


Рис. 2. Кривые гидратации активной доломитовой извести, полученной в печи кипящего слоя:
1 - обжиг при температуре 930°C ; 2 - то же при температуре 980°C .

ПРОИЗВОДСТВО СУХОЙ ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ

ПРОИЗВОДСТВО СУХОЙ ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ В СССР

В СССР применяют немеханизированные и механизированные способы гидратации комовой кальцинированной извести. При первом способе негашеную известь опрыскивают водой или погружают ее в воду. Этот способ применяют в сельском строительстве при небольшом объеме работ.

При втором способе гашение комовой извести осуществляют в сило-реакторе или гидраторе, работающем при атмосферном давлении.

Технологическая линия получения 6 тыс. т год пушонки (без добавок) силоным способом введена в эксплуатацию на Елецком известковом заводе им. С.М. Кирова [18]. Гашение подвергается комовая кальцинированная известь первого и второго сортов (ГОСТ 9179-77) фракции 60-80 мм, изготавливаемая на заводе.

Технологическая линия (рис.3) включает в себя приемный бункер (13) вместимостью 25 т комовой извести, расходный бункер (10) вместимостью 6 т обогащенной комовой извести, бункер (9) вместимостью 6 т отходов негашеной извести, бункера (38) вместимостью 11 т отходов гашения извести, бункера (30) и (34) вместимостью 1,2 т сухой гидратной извести каждый, неподвижный наклонный колосниковый грохот (11) с отверстиями размером 30x30 мм, барабанные грохоты (24), (25), (28), (29) типа СМ 237 М, бак (4) вместимостью 3 м³ воды, сило-реактор (18), склонный подъемник (6) с перфорированным ковшом (7) и лебедкой грузоподъемностью 2 т (20), ленточные (12), (37), винтовые (19), (23), (26), (35) и вертикальные ковшовые цепные типа ЦГ 400 (22), (36) конвейеры, роторно-набивочные машины (31), (33), электропогрузчик типа ЭЦ-1201 (32), подвесной электрический однобалочный кран грузоподъемностью 3,2 т.

На участках хранения и затаривания пушонки места пылевыделения оборудованы аспирационными укрытиями и подключены к аспирационной системе, состоящей из последовательно включенных циклонов типа ЦН-15, рукавного фильтра ФВК-60 и вентилятора. Осажденная в пылеулавливателях пыль представляет собой готовый продукт — сухую гидратную известь. Она затаривается в мешки и отгружается потребителю. Для аэриации помещения, в котором размещен сило-реактор, в его верхней части смонтированы осевые вентиляторы.

Работа технологической линии осуществляется следующим образом. Комовая негашеная известь фракции 60-80 мм доставляется автосамосвалами и загружается в бункер (13). Управление загрузкой комовой извести производится с пульта управления. Из бункера известь конвейером (12) тран-

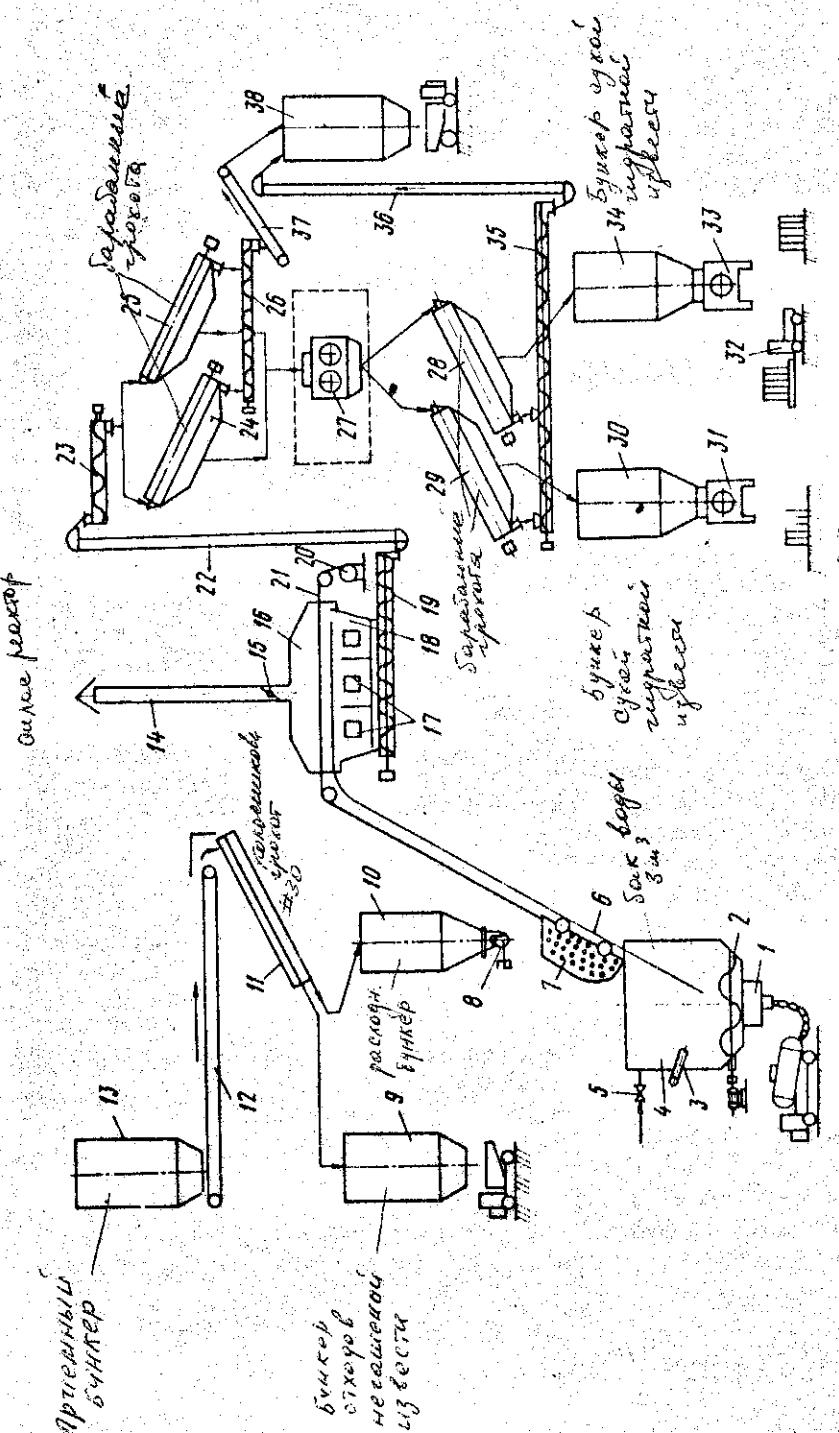


Рис.3. Схема технологической линии мощностью 6 тыс. т гидратной извести в год

спортируется к грохоту (II), во время ее движения рабочие вручную отбирают с ленты конвейера тяжелые куски извести (перехог и недожог) и посторонние включения размером более 40 мм.

На грохоте (II) комовая негашеная известь подвергается второй сортировке, при этом отсеиваются зерна несгоревшего угля, золы, шлака, кварцевого песка, извести размером С-30 мм и накапливаются в бункере (9). Фракция извести более 30 мм, в которой доля CaO составляет не менее 80 мас.%, направляется в расходный бункер (10). Последний оборудован секторным маятниковым питателем (8), с помощью которого комовая известь периодически загружается в ковш скрепового подъемника. Заполненный ковш по сигналу реле времени типа РВ-4 опускается по направляющим подъемника в бак (4) прямугольной формы с водой, которая поступает в него по трубопроводу через вентиль (5). В баке смонтированы горизонтальная лопастная мешалка (2), мерная линейка для контроля уровня воды и термометр (3) для измерения температуры воды. Бак периодически очищается от шлама с помощью металки, удаляется через гидравлический затвор (1) и вывозится специализированной автомашиной.

Время насыщения водой кусков извести устанавливается с помощью реле РВ-4 и составляет около 120 с. Зимой используется водопроводная вода, подогретая до температуры 80-85°C, летом - без подогрева.

После выдержки извести в баке ковш лебедкой (20) при помощи каната (21) и системы блоков поднимается из воды, делает кратковременную остановку над баком для стекания лишней воды и затем транспортируется по направляющим балкам в силос-реактор (18) длиной 9, шириной 0,5 и высотой 2,5 м. Он представляет собой разделенный на секции бункер, выполненный из листового железа. В нижней его части укреплена стальная решетка с отверстиями размером 15x15 мм, на которой остаются крупные зерна неиспарившейся извести. Под решеткой, в суженной части бункера, смонтирован винтовой конвейер (19). Сверху силос-реактор закрыт зонтом (16), спущенным вытяжной трубой (14) с поворотной заслонкой (15). В его стенах размещены люки (17) с крышками для шуровки материала и подачи в случае необходимости воды.

Загруженная в силос-реактор известь, насыщенная водой, выдерживается в нем до полного превращения в порошок (пушонку). Во время гашения извести все люки силос-реактора и заслонка на вытяжной трубе закрыты. Процесс гашения извести сопровождается интенсивным выделением тепла, разогревом материала до температуры выше 100°C и испарением не вступившей в химическую реакцию воды. Образование пара в порах извести сопровождается ее диспергированием.

Полученная пушонка транспортируется винтовыми (19), (23) и ковшовыми (22) конвейерами на барабанные грохоты (24) или (25) (резервный), в которых установлены сита с отверстиями размером 3,5 мм. Надситный продукт с неиспарившимися зернами материала размером более 3,5 мм транспортируется винтовым (26) и ленточным (37) конвейерами в бункер (38), откуда периодически выгружается в самосвал и отправляется потребителю.

Пушонка с зернами размером менее 3,5 мм по системе течек поступает на барабанный грохот (28) или (29) (резервный), сита которых имеют отверстия размером 0,63 мм. Надситный продукт с зернами размером более 0,63 мм винтовым (35) и вертикальным ковшовым конвейерами (30) также транспортируется в бункер (38). Просеянный через сита готовый продукт поступает в бункер (30) или (34) и затем в роторно-лабиоочную машину (31) или (33), при помощи которой пушонку затаривают в многослойные бумажные мешки.

Мешки укладывают на металлические поддоны размером 1x0,8x0,1 м, на одном поддоне размещают 12 мешков. Поддоны с мешками электропогрузчиком (32) транспортируют на склад готовой продукции. В автомобильный транспорт поддоны загружают электрофицированным краном грузоподъемностью 3,2 т, в железнодорожные вагоны - электропогрузчиком типа ЭП-1201.

Пусковые электрические цепи основного технологического оборудования линии имеют электроблокировку. Технологическую линию обслуживают 7 рабочих. Выработка пушонки на одного рабочего составляет 857 т в год. Полная себестоимость 1 т пушонки без добавок первого сорта (ГОСТ 9179-77) ниже стоимости 1 т пушонки в действующих оптовых ценах. Расход негашеной извести на 1 т пушонки достигает 2 т, что обусловлено большим количеством отходов при обогащении комовой извести.

В настоящее время на заводе проводится реконструкция технологической линии с целью выпуска пушонки повышенного качества. Для этого дополнительно между грохотами (24), (25), (29) устанавливают валковую дробилку (27) типа ДГ 400x250. Механическая обработка пушонки в дробилке с гладкими валками позволяет не только дополнительно измельчить испарившиеся зерна, но и придать частицам $\text{Ca}(\text{OH})_2$ пластичную форму, что в итоге существенно повысит качество гидратной извести.

Более высокие технико-экономические показатели обеспечиваются при производстве сухой гидратной извести с применением гидратора непрерывного действия. На рис. 4 представлена конструкция Киммаштрата [19]. Он состоит из горизонтально расположенного стального барабана (6), вращающегося конического вала (7) с призматической шестерней (1), цилиндрического сита (4), скруббера (3) и привода. Барабан смазчен растительным (9), заполненным минеральным маслом, что способствует выравниванию темпера-

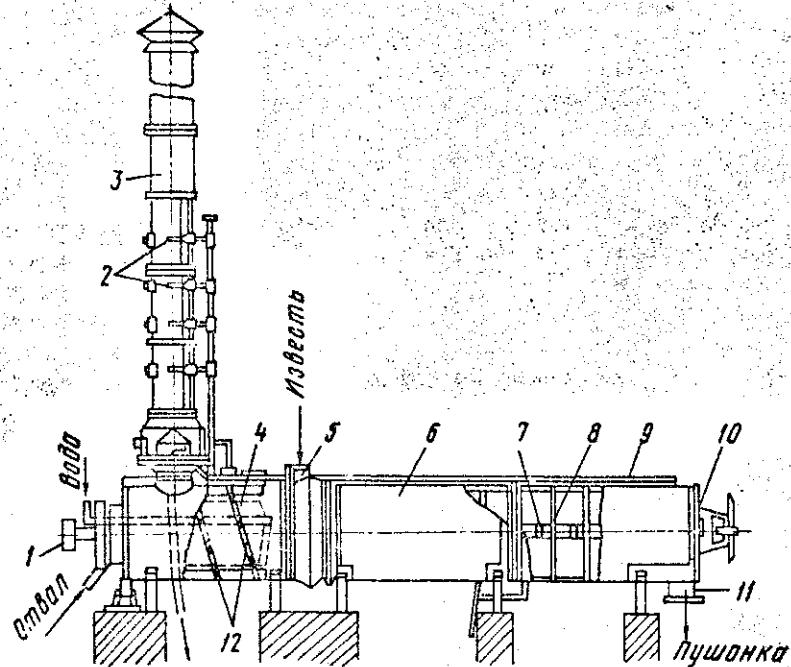


Рис.4. Гидратор непрерывного действия конструкции "Химмаш-треста"

туры извести по длине барабана. Нижняя часть барабана футерована изнутри бронеплитами. Полый вал (7), на котором укреплены под углом 24 лопасти (8), вращается в роликовых подшипниках, смонтированных в крышки (10) барабана.

Дробленая известь фракции 0–15 мм через загрузочную воронку (5) поступает на вращающееся сито (4), куда впрыскивается вода с температурой 80°C через отверстия вала (7). Образующаяся при гашении пушонка провалиивается сквозь отверстия сита в пространство между корпусом и ситом, подхватывается расположенным на внешней поверхности сита спиральными лопастями (12) и перемещается во второй отсек барабана, где интенсивно перемешивается лопастями (8) и транспортируется к выходному патрубку (11). Непогасившиеся зерна извести удаляются в отвал.

Образующиеся при гашении пары попадают в скруббер (3), увлекая за собой известковую пыль. Через сопла (2) впрыскивается холодная вода, и известковая пыль превращается в известковое молоко, которое стекает в гидратор и участвует в процессе гидратации извести.

Таким образом, процесс гидратации извести протекает в две стадии: на первой (в камере цилиндрического сита) происходит увлажнение и гашение извести, выделение ее паром и превращение в горячий порошок; на второй (в камере с мешалкой) завершается процесс гидратации извести за счет реакции с остаточной влагой и осуществляется сушка пушонки.

Производительность гидратора 2–5 т/ч, мощность приводного электродвигателя 20–40 кВт, электродвигателя центробежного насоса 1,7 кВт.

В последние годы в СССР выдано несколько авторских свидетельств на конструкции гидраторов [20, 21, 22]. Однако из-за сложной конструкции и ряда других причин они не нашли практического применения.

ПРОИЗВОДСТВО СУХОЙ ГИДРАТНОЙ ИЗВЕСТИ ЗА РУБЕЖОМ

Сухую гидратную известь за рубежом выпускают по различным технологическим схемам с применением различного оборудования, зависящим от вида и качества используемой для гашения извести.

В ГДР сухую гидратную строительную известь получают преимущественно из комовой извести с повышенным содержанием MgO, соединений CaO с глинистыми примесями ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и др.) и недожога (CaCO_3). Гидратацию производят в силосах-реакторах, в гидраторах ванного типа, комбинированным гашением и помолом в трубных мельницах [23]. Перед гашением комовую известь измельчают в молотковой дробилке до получения фракции 0–5 мм.

По технологической схеме с силосом-реактором дробленую известь с помощью скрепового подъемника или вертикального комового конвейера периодически загружают в реактор, в который подают воду в количестве 5–12% от массы загруженного материала. Известь выдерживают в силосе-реакторе 24 ч, после чего она выгружается и выитовым конвейером транспортируется в два центробежных воздушных сепаратора, где разделяется на мелкую и крупную фракции.

Малкая фракция, составляющая 70% от общего количества, представляет собой частично гидратированную гидравлическую известь (Hydrokalk hydrat) с тонкостью помола, характеризуемой остатком на сите №9 не более 4%. Химический состав продукта (в %): SiO_2 9,86; Al_2O_3 1,77; CaO 53,55; MgO 16,13; CO_2 4,18; и.п.п. 16,23. Эта известь используется в строительстве.

Крупка из сепаратора направляется в однокамерную шаровую мельницу размером 2,5x5 м для измельчения, после чего поступает в третий воздушный сепаратор, в котором разделяется на мелкую фракцию (остаток на сите №9 не более 4%) и крупную, возвращаемую на домол в мельницу. Мелкую

фракцию добавляют в готовый продукт либо используют в сельском хозяйстве в качестве удобрения.

После гашения дробленой извести в гидраторах ванного типа полученная сухая гидратная известь винтовым и конвейерами транспортируется в два последовательно соединенных сепаратора. Выделенная в сепараторах тонкодисперсная гидратная известь направляется на склад и в дальнейшем используется в строительстве; крупка применяется в сельском хозяйстве в качестве удобрения. Тонкодисперсная известь имеет следующий химический состав (в %): SiO_2 2,4; Al_2O_3 1,2; CaO 67,7; MgO 6,8; CO_2 3-4; п.п.п. 21,6; остаток на сите 09 - не более 2.

Способ комбинированного гашения и помола дробленой извести разработан сравнительно недавно и позволяет получать гидратную известь более высокого качества и с лучшими технико-экономическими показателями по сравнению с рассмотренными выше двумя способами [23]. Технологическая линия производства сухой гидратной извести этим способом включает в себя (рис. 5) трехкамерную трубную мельницу (2), расходный бункер (15) дробленой извести, механический центробежный воздушный сепаратор (19) типа Simplex диаметром 1,2 м с регулируемой частотой вращения распределительного диска, камеру (7), мокрый скруббер (II), винтовые (5), (6), (13) и вертикальные конвейеры (4), (17) конвейеры, весовые ленточные дозаторы (14), (18), пневмовинтовой насос (21) и центробежный насос (I).

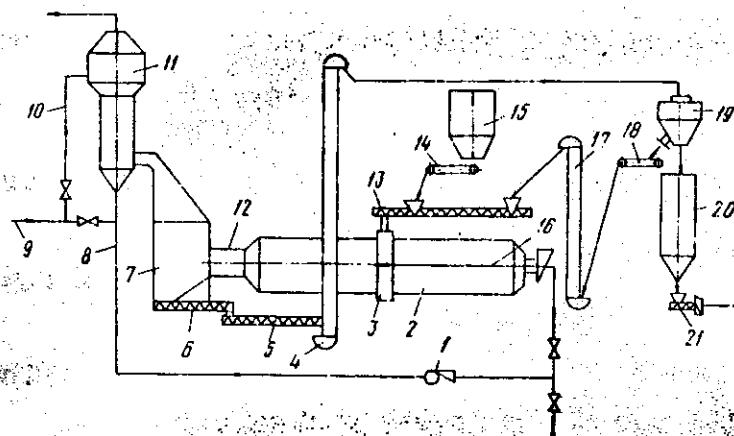


Рис. 5. Схема технологической линии для производства сухой гидратной извести комбинированным гашением и помолом комовой извести в трубной мельнице

Трехкамерная мельница диаметром 0,9 м, длиной 6 м с частотой вращения 22-33,4 мин^{-1} (мощность электропривода 33 кВт) реконструирована с целью использования ее для гашения извести. Через первые две камеры, из которых удалены мелющие тела, проложен трубопровод (16). Третья камера длиной 3 м на 30% объема заполнена шарами и дильбесом (поровину). Производительность мельницы 1,45 т/ч.

Линия работает следующим образом. Негашеная известь фракции 0-5 мм из бункера (15) подается дозатором (14) и конвейером (13) к загрузочному устройству (3) и поступает в третью камеру мельницы. Туда же по трубопроводам (8), (16) насосом (I) из отстойника скруббера (II) подается известковое молоко под давлением 0,2-0,4 МПа. В камере происходит гашение и одновременное измельчение извести мелющими телами. Особенно эффективен такой способ обработки при гашении кальциевой извести, содержащей недожог и перекож.

Продукты гидратации извести по трубе (12) поступают в камеру (7), из которой грубая гидратная известь винтовыми (6), (5) и вертикальным конвейером (4) конвейерами транспортируется в сепаратор (19), а запыленная паровоздушная смесь отсасывается вентилятором в мокрый скруббер (II). Холодная вода подается в скруббер по трубопроводам (9), (10). В процессе промывки паровоздушной смеси очищенный от пыли воздух удаляется вентилятором в атмосферу, а образующееся горячее известковое молоко поступает в третью камеру мельницы.

Из сепаратора (19) тонкодисперсная гидратная известь направляется в силос (20), из которого пневмовинтовым насосом (21) загружается в автоцистерны. Выделенная в сепараторе крупка весовым дозатором (18), конвейерами (17) и (13) возвращается на домол в мельницу.

При таком гашении дробленой кальциевой и магнезиальной извести различного качества получают сухую гидратную известь, отвечающую требованиям технических нормативов [23].

В ШР на ряде заводов сухую гидратную известь выпускают на технологических линиях, оснащенных гидраторами ванного типа. Непогасившиеся зерна удаляются грохочением. Готовый продукт характеризуется остатком на сите 09 от 3 до 8% [16]. На новых предприятиях для гашения перекожной или доломитовой извести применяют метод гидратации под давлением, обеспечивающий получение продукта улучшенного качества. Производительность технологических линий за счет их реконструкции и модернизации постоянно повышается. За последние несколько лет производительность гасильных установок увеличена с 15 до 30 т/ч [9].

В ЧССР сухую гидратную известь получают в аппаратах непрерывного действия повышенной производительности, применение которых позволяет

автоматизировать технологический процесс, улучшить контроль и пылеулавливание. Наиболее крупным поставщиком сухой гидратной извести в стране является комбинат "Загорье". На комбинате действуют две технологические линии, выпускающие 20 тыс.т мелкой и 40 тыс.т очень мелкой гидратной извести в год [24,25]. На одной линии гашению подвергают комовую кальциевую известь фракции 0-125 мм, получаемую в шахтных печах фирмы Maag. Известь предварительно измельчают в молотковой дробилке, затем вертикальным ковшовым конвейером загружают в расходный бункер гидратора производительностью 7 т/ч. В гидрататоре материал разделяется на гидратную известь и непогасившиеся зерна. Последние вертикальным ковшовым конвейером транспортируются в бункер отходов. Гидроксид кальция вертикальным ковшовым конвейером загружается в воздушный центробежный сепаратор, где подсушивается и разделяется на очень мелкую и среднюю фракции. Очень мелкая фракция горизонтальным и вертикальным конвейерами транспортируется на склад готовой продукции и хранится в двух силосах вместимостью по 750 т.

Средняя фракция материала поступает из первого сепаратора во второй, в котором разделяется на мелкую и крупную фракции. Мелкая фракция конвейерами загружается в третий силос вместимостью 750 т, расположенный на складе. Крупная фракция материала из второго сепаратора системой конвейеров транспортируется в бункер отходов. Отгрузка готовой сухой гидратной извести из силосов производится навалом, в автоцистернах и затаренном виде. Для затаривания пачонки в бумажные мешки применяются современные упаковочные машины производительностью 900 мешков в час.

На новой технологической линии гашению подвергается комовая известь, получаемая во вращающихся печах производства ЧССР. Загрузка гидратора пробленой известью осуществляется автоматическим весовым дозатором. В качестве гасильного аппарата применен современный эффективный гидратор фирмы ZAB Dessa при производительности 10 т/ч. Гидратор оснащен теплообменником для рекуперации тепла выделяющегося при гидратации пара. Горячая вода из теплообменника направляется в смеситель гидратора. Непогасившиеся в гидрататоре зерна отделяются и системой конвейеров транспортируются в расходный бункер мельницы для дополнительного измельчения.

Гидратная известь из гидратора системой конвейеров транспортируется в два последовательно работающих сепаратора, в которых подсушивается и разделяется на очень мелкую и мелкую фракции, которые загружаются в три силоса вместимостью по 750 т. Крупная фракция материала из второго сепаратора системой конвейеров направляется на домол в мельни-

цу производительностью 23 т/ч. В этой мельнице вместе с отходами гашения и сепарации измельчается негашеная дробленая известь. Продукт помола, характеризующийся остатком на сите 09 до 8%, воздушным потоком выносится из мельницы в осадительные циклоны. Из циклонов молотая негашеная известь системой конвейеров загружается в три силоса вместимостью по 900 т. Склад молотой извести оборудован упаковочной машиной.

Узлы пересыпки материала и выделения пыли на всех участках технологических линий заключены в укрытия, подключенные к аспирационным установкам с рукавными фильтрами.

В капиталистических странах производство сухой гидратной извести имеет тенденцию роста [16,26].

В США распространены две технологические схемы производства сухого гидроксида. В первой используются гидраторы, работающие при атмосферном давлении, во второй - работающие при избыточном давлении. Первая схема применяется для гашения преимущественно кальциевой быстрогасящейся комовой извести, вторая - в основном для гашения магнезиальной или доломитовой извести, иногда для гашения жесткообожженой кальциевой извести [10].

На рис.6 приведена схема современной технологической линии мощностью 40-60 тыс.т сухой гидратной извести в год, оснащенной аппаратами,

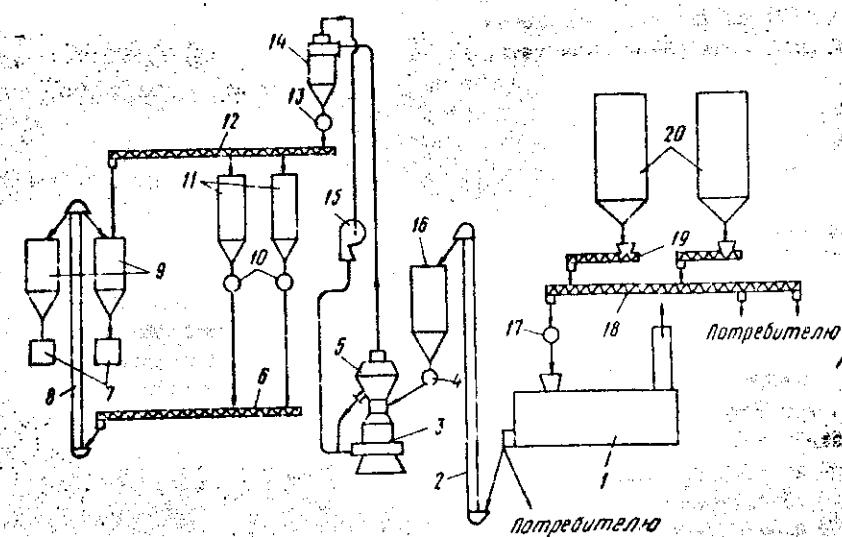


Рис.6.Схема технологической линии для производства сухой гидратной извести с применением гидраторов, работающих при атмосферном давлении(США)

работающими при атмосферном давлении. Линия включает приемные силосы (20) вместимостью 100–900 т негашеной извести фракции 0–10 мм, гидратор (1), мельницу (3) (валковую или трубную), центробежный воздушный сепаратор (5), бункера (9),(16), вентилятор (15), групповой циклон(14), винтовые (6),(12),(18) и вертикальные ковшовые (2),(8) конвейеры, лопастные (4),(10),(13),(17) и винтовые (19) питатели, упаковочные машины (7). Узлы пересыпки материалов и места выделения пыли оборудованы укрытиями, подключенными к аспирационным установкам. Для очистки аспирационного воздуха применяют оборудование сухой и мокрой очистки(групповые циклоны, рукавные фильтры, мокрые скруббера). Уловленная сухая пыль транспортируется в расходные бункера, а известковое молоко – в гидратор.

Гидратную известь получают следующим образом. Дробленая известь из силоса (20) винтовыми питателями (19) и конвейером (18) через лопастной питатель (17) подается в гидратор либо на пост отгрузки негашеной извести потребителю.

В качестве гидратора, работающего при атмосферном давлении, применяют аппарат непрерывного действия конструкции Критцера и Шаффера [5,10]. Гидратор конструкции Критцера (рис.7) состоит из шести гасильных барабанов (8), соединенных между собой вертикальными патрубками (4), смесителя (5), приемного бункера (6) и приводных шестерен (1). Люк (7) служит для выполнения ремонтных работ. Смеситель (5) имеет врачающийся вал (3) с лопастями, на котором насажена шестерня (2). Вода поступает в корпус смесителя через форсунки или полый вал с отверстиями. Гасильные барабаны оборудованы лопастными валами, вращение которых осуществляется через приводные шестерни.

Известь фракции 0–10 мм из бункера (6) подается в смеситель (5) предварительного смешивания. Через полый вал (3) или форсунки в крышке в смеситель поступает горячая вода или известковое молоко из мокрого пылеулавливателя. Образовавшийся шлам из смесителя по вертикальному переточному патрубку доставляется в верхний гасильный барабан, в котором интенсивно перемешивается и через патрубок (4) поступает во второй, расположенный ниже барабан, где, интенсивно перемешиваясь, перемещается в обратном направлении ко второму вертикальному патрубку, по которому опускается в третий барабан и т.д. За время прохождения извести через гасильные барабаны происходит полная гидратация кальциевой извести с превращением ее в сухой порошок.

В технологических схемах применяют гидраторы Критцера производительностью 5, 10 и 15 т/ч.

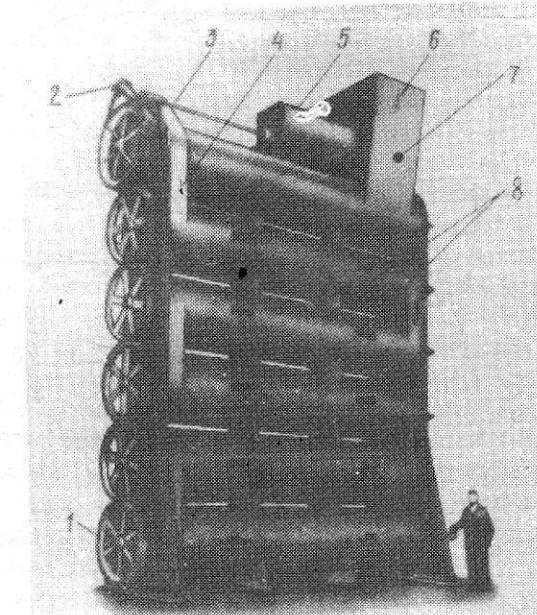


Рис.7.Гидратор конструкции Критцера

Гидратор конструкции Шаффера (рис.8) состоит из вертикально установленного стального цилиндрического корпуса (18), горизонтальных дисков (2) с загнутыми бортами, расположенных по высоте корпуса, вертикального вала (1) с приводом, смесителя (16) с врачающимся лопастным валом с отверстиями, который имеет самостоятельный привод, винтового конвейера (19) для выгрузки гидратной извести. По бокам корпуса смонтированы два вентиляционных короба (5), снабженных жалюзями (17) для выгрузки паровоздушной смеси и возврата в аппарат частиц пыли и капель конденсата. Короб при помощи патрубка (8) соединен со скруббером (9), в который по трубе (12) и патрубку (11) поступает холодная вода. На вал (1), врачащийся в подшипниках (6),(21), плотно насыжены рамы (4), снабженные лопатками (3). Привод вала состоит из электродвигателя, муфты, редуктора (22) и червячной пары (20).

Устройство для загрузки негашеной извести включает в себя ленточный весовой дозатор (15) с приводом с клиноременной передачей (14) и приемный бункер (13).

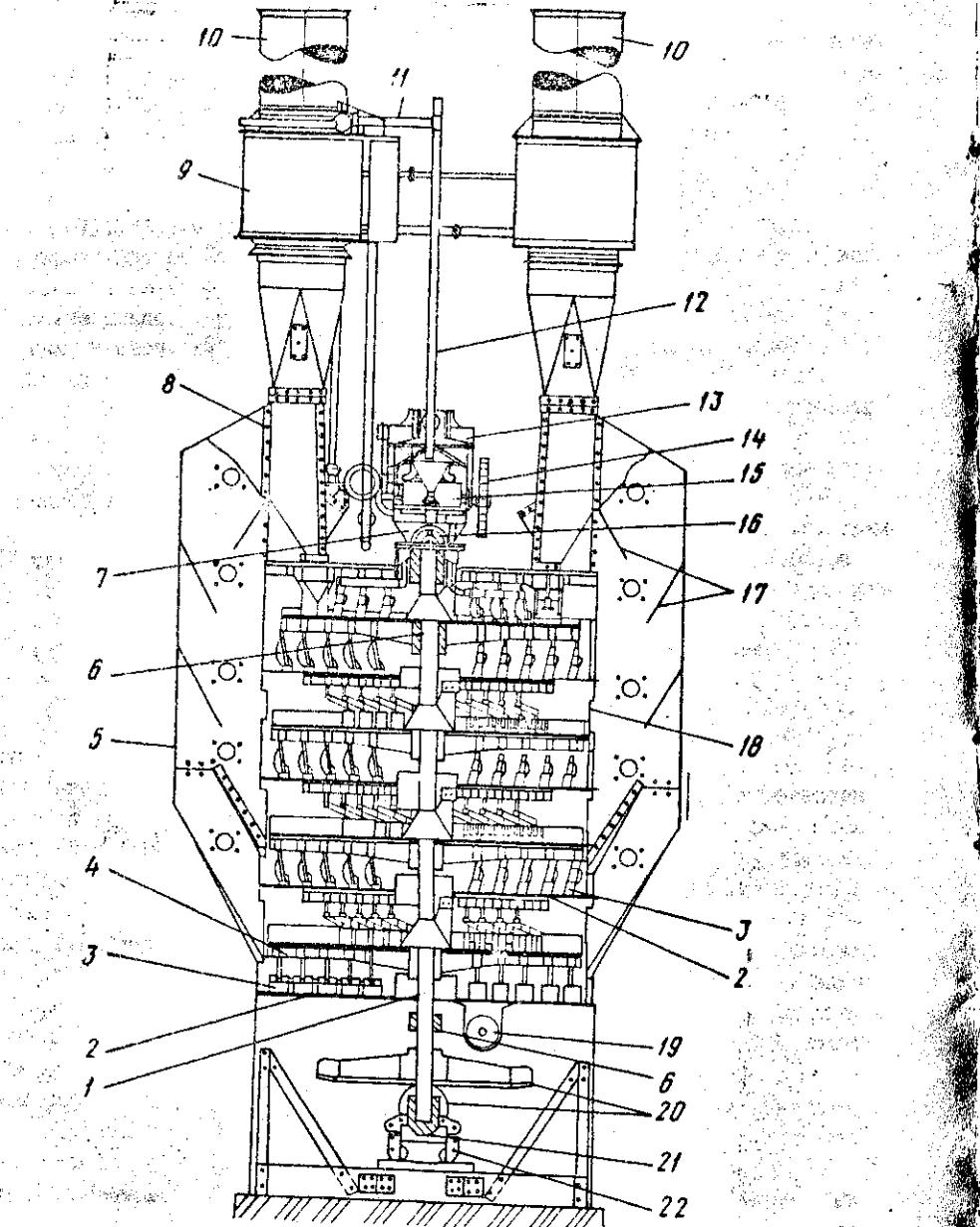


Рис.8.Гидратор конструкции Шаффера

Гидратор работает следующим образом. Дробленая известь по течке (7) при включенном механизме перемешивания загружается в смеситель (16), куда одновременно по трубе (12) поступает вода, расход которой поддерживается в строгом соответствии с подачей негашеной извести. Известь, перемешиваясь с водой, частично гидратируется и в виде шлама сбрасывается лопастями вала в гидрататор.

Поступающий на верхний диск (2) известковый шлам подхватывается лопатками (3) и интенсивно перемешивается с подаваемой по патрубкам (8) из скруббера (9) горячей известковой водой. Затем шлам сбрасывается на ниже лежащий диск. Лопатки укреплены на рамках под таким углом, что материал обрасывает с диска сначала с краев, а затем из присоединенной части диска.

На выходе из гидрататора образуется тонкий порошок $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который выгружается винтовым конвейером (19). Частицы воды вместе с уносимой пылью по вентиляционному коробу и патрубку (8) поступают в скруббер (9), в который через патрубок (11) и форсунки подается холодная вода. Очищенный от известковой пыли и подсушенный в скруббере воздух отводится из гасителя через вытяжную трубу (10), а образовавшееся горячее известковое молоко стекает на верхний диск гидратора и используется для гидратации извести.

В промышленности США эксплуатируются гидраторы Шаффера производительностью 5, 15, 25 т/ч сухой гидратной извести.

Полученный по схеме (см.рис.6) гидроксид кальция представляет собой грубый продукт, часть которого используется без переработки, например в сельском хозяйстве. Большая часть гидроксида кальция вертикальным ковшовым конвейером (2) подается в расходный бункер (16), из которого лопастным питателем (4) загружается в мельницу (3), работющую в замкнутом цикле с сепаратором (5). Применяют валковые, трубные или стержневые мельницы [10].

В сепараторе (5) крупные зерна материала отделяются от воздушного потока и возвращаются на домкрат в мельницу (3), а готовый продукт выносится потоком воздуха в группу циклонов (14) с общим сборником. В технологических схемах обычно используют механический центробежный воздушный сепаратор с выносным вентилятором (15).

Осажденный в циклонах готовый продукт через лопастной питатель (13) винтовым конвейером (12) транспортируется в силосы вместимостью до 600 т (11) либо в расходные бункера (9) упаковочной машины (7). Из силосов лопастными питателями (10), винтовым (6) и вертикальным ковшовым конвейерами (8) загружается в расходные бункера (9). Силосы оборудованы устройствами для пневмонодачи гидратной извести.

Для затаривания сухой гидратной извести в мешки массой 30 кг применяют упаковочные ротационные восьмиступенчатые машины производительностью 750 мешков в час. Погрузка мешков с пушонкой в железнодорожный и автомобильный транспорт полностью механизирована [10].

В аппаратах, работающих при атмосферном давлении, гидратации подвергается лишь 10–25% MgO от его общего количества в доломитовой извести. В этой связи большой интерес представляет разработанная фирмой Corson (США) технология гашения доломитовой извести под давлением, при которой в $Mg(OH)_2$ переходит практически весь содержащийся в ней оксид магния [10, 27–30].

На рис.9 приведена схема технологической линии для производства 150 тыс.т сухой гидратной доломитовой извести в год по способу фирмы Corson [27, 28]. Линия включает в себя расходный бункер (12) доломитовой извести фракции 0–12 мм, силосы (21), (26) гидратной извести, смеситель (16), гидратор-автоклав (7) конструкции Корсона, камеру-сборник циклонного типа (20), трубную мельницу (1), центробежный воздушный сепаратор (24), расходный бак (13) горячей воды, ковшовые (3), (23), (25), винтовой (22) и скребковый (4) конвейеры, ленточный весовой дозатор (11) дробленой извести, дисковый (15) и винтовой (2) питатели, насос-дозатор (17) конструкции Корсона, центробежный насос (18), упаковочную машину (27). Места выделения пыли заключены в укрытия, подключенные к аспирационным установкам, имеющим в своем составе рукавные фильтры.

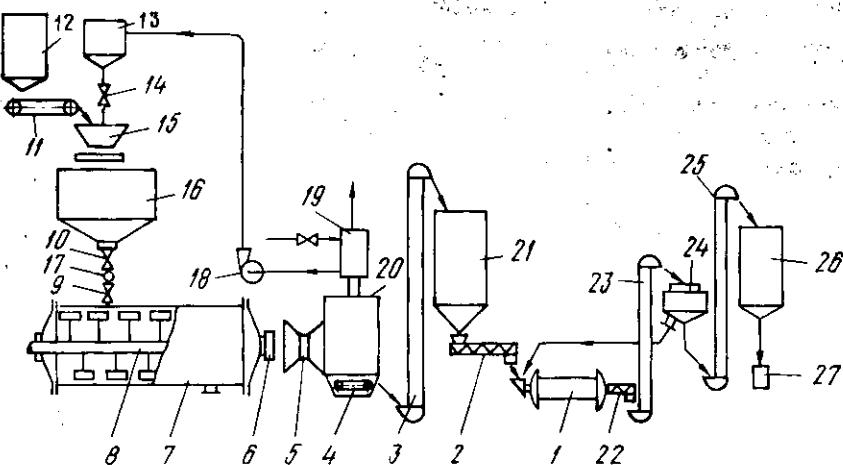


Рис.9. Схема технологической линии для производства сухой гидратной доломитовой извести с применением гидратора-автоклава фирмы Corson

Получение гидратной извести осуществляется следующим образом. Негашеная доломитовая известь из бункера (12) весовым дозатором (11) загружается в дисковый питатель (15) смесителя (16), в который из бака (13) через задвижку (14) поступает горячая вода. В смесителе в результате интенсивного перемешивания извести с водой образуется шлам частично гидратированной извести, который по трубопроводу с задвижками (9) и (10) насосом-дозатором (17) непрерывно перекачивается в гидратор-автоклав (7).

Гидратор-автоклав горизонтального типа диаметром 2,1 и длиной 6,5 м оборудован вращающимся лопастным валом (8). В процессе экзотермической реакции между известью и водой при температуре 150–170°C и давлении в автоклаве 0,5–0,7 МПа в течение 10–30 мин оксид кальция, переход CaO и оксид магния полностью превращаются в $Ca(OH)_2$ и $Mg(OH)_2$. Смесь гидратированного материала, воды и пара непрерывно удаляется из аппарата через специальный вентиль-затвор (6), проходит через трубу Вентури (5), в которой ей с помощью засасываемого из атмосферы воздуха сообщается скорость около 300 м/с, и поступает в камеру-сборник (20). В результате эксплозивного выброса смеси из гидратора-автоклава с высоким давлением в камеру-сборник с атмосферным давлением происходит скоростная сушка гидратной извести, сопровождающаяся диспергированием частиц $Ca(OH)_2$ и $Mg(OH)_2$ до размера 0,4–1 мкм.

Из камеры-сборника паровоздушная смесь через патрубок отводится в скруббер (19). Очищенный от известковой пыли и охлажденный воздух удаляется из скруббера вентилятором, а подогретая вода центробежным насосом (18) перекачивается в бак (13). Осевший в камере (20) подсушенный гидроксид кальция скребковым (4) и вертикальным ковшовым (3) конвейерами подается в промежуточный силос (21). Из силоса гидратная известь винтовым питателем (2) загружается в трубную мельницу (1), работающую в замкнутом цикле с сепаратором (24). Выгруженная из мельницы винтовым конвейером (22) гидратная известь вертикальным ковшовым конвейером (23) подается в сепаратор (24).

Отсепарированный и высушенный готовый продукт вертикальным ковшовым конвейером загружается в силос (26), расположенный над автоматической упаковочной машиной (27), которая затаривает известь в бумажные мешки. Ленточным конвейером мешки транспортируют из склад готовой продукции.

Установленная мощность электродвигателей технологической линии 276 кВт. Гидратор-автоклав производительностью 20–30 т/ч обслуживает один рабочий в смену.

Производство гидратной доломитовой извести по технологии фирмы Corson отличается повышенным выходом готового продукта. Так, из I т негашеной доломитовой извести, содержащей не менее 85% $\text{CaO} \cdot \text{MgO}$, по методу Corson получается 1,34 т сухой гидратной извести высокого качества, а при обычном способе - 1,14 т. Гидратированная под давлением доломитовая изесть представляет собой кристаллический тонкодисперсный сухой порошок, содержащий 95,9% гидроксидов кальция и магния, обладающий вдвое повышенной пластичностью по сравнению с изестью гидратированной при атмосферном давлении.

В ФРГ сухую гидратную изесть выпускают на технологических линиях мощностью 40-200 тыс.т в год. Наиболее широко применяется оборудование фирмы Gebr. Pfeiffer, KHD Humboldt Wedag, Bilfinger und Berger, обеспечивающее производство сухой гидратной изестью со следующими свойствами: остаток на сите 063 - 0%, на сите 09 - 3,2%, содержание гигроскопической влаги - 1,4%, плотность - 0,47 кг/дм³, постоянство объема - в норме [31].

Сухую гидратную изесть высокого качества получают из комовой кальциевой изестьи мягкого, среднего и жесткого обжига. Это достигается использованием современного оборудования для измельчения и грохочения комовой изестьи, эффективных высокопроизводительных гидрататоров, работающих при атмосферном давлении, сепарацией тонкодисперсного продукта и отделением от него непогасавшихся зерен, автоматизацией загрузки материалов в гидрататор и процесса гидратации [32,33].

Для измельчения комовой изестьи применяют однороторные молотковые дробилки, работающие в замкнутом цикле с грохотами. На выходе получают дробленую изестьь фракции 0-10 мм, направляемую на гашение.

Гидрататор фирмы Gebr. Pfeiffer состоит из трех расположенных одна над другой емкостей. Верхняя емкость является смесителем непрерывного действия, оборудованным приемным бункером изестьи, лопастными устройствами и форсунками для ввода горячей воды или известкового молока. Подача дробленой изестьи в смеситель производится автоматическим весовым дозатором. Тщательно перемешанная с горячей водой (или молоком) изестьь в виде плача перетекает в расположенную ниже емкость большей вместимости, в которой процесс гидратации изестьи завершается. Емкость имеет перемычку для регулирования времени пребывания в ней материала. В третьей емкости (большей вместимости, чем вторая) при интенсивном перемешивании из гидратной изестьи удаляется избыточная вода. Емкость на выходе оборудована регулируемой по высоте передускной перемычкой, с помощью которой можно менять производительность аппарата в зависимости от реагционной способности загружаемой в него изестьи. Вторая и третья емкости со-

общаются с теплообменником, через который вентилятором из гидрататора отсасывается выделяющаяся при гашении пар и известковая пыль. Горячая известковая вода из теплообменника перекачивается в расходный бак, из которого дозируется в смеситель в заданной пропорции. Охлажденный и очищенный от пыли воздух удаляется из теплообменника в атмосферу.

Фирма поставила в различные страны мира более 145 гидрататоров производительностью 12, 14, 16, 20 и 40 т/ч.

Гашеную изесть после гидрататора системой конвейеров подают в воздушные центробежные сепараторы, в которых она подсушивается воздухом и разделяется на две фракции: мелкую и крупную. Крупную фракцию, представляющую собой непогасавшиеся зерна, транспортируют в однокамерную трубную мельницу диаметром 1,6 м и длиной 3,35 м. Продукт помола направляется в групповые циклоны, из которых осажденная фракция конвейерами подается в силос молотой негашеной изестьи для последующей отгрузки потребителю. Мелкую фракцию, или готовую гидратную изесть, из сепараторов системой конвейеров загружают в силосы, расположенные на складе готовой продукции, вместимостью по 400-1200 т каждый. Силос диаметром 12 м и высотой 22 м вместимостью 1200 т оборудован пневматическим выводным желобом с транспортирующей способностью 100 т/ч изестьи.

Отгрузка гидратной изестьи осуществляется на валом и в упаковке. Затаривание сухой гидратной изестьи в 30-килограммовые многослойные бумажные мешки выполняется упаковочной ротационной восьмиступенчатой машиной производительностью 750-900 мешков в час. Мешок автоматически взвешивается. Погрузка мешков и укладка их в вагоне по три мешка в ряд (вместимость вагона 10 рядов) полностью механизированы.

В ФРГ доломитовую изесть, получаемую как в шахтных, так и вращающихся печах, подвергают гидратации по технологии американской фирмы Corson. На заводе фирмы Trierer Kalk-Dolomit Zement-Werke (г. Веллен) около 20 тыс.т мягкообожженой доломитовой изестьи гасят на двух технологических линиях, оснащенных гидрататорами-автоклавами производительностью 6 т/ч каждый, при давлении 0,5-0,8 МПа. Гидратную доломитовую изесть измельчают в шаровой мельнице. Расход электроэнергии составляет 18-21 кВт·ч на 1 т получаемой высокопластичной сухой гидратной изестьи [30].

В Великобритании для получения сухой гидратной изестьи используют технологические линии, оснащенные современными эффективными гидрататорами, дробильным, помольным, сепарирующими и обеспыливющими оборудованием [34,35]. При транспортировке готовой гидратной изестьи применяют большие грузовые эластичные конвейеры, на погрузочных работах - автопогрузчики повышенной грузоподъемности [34]. В отделении гашения изестьи завода

Tunstead (г.Бокстон) автопогрузчики фирмы Bowmaker of Cannock типа Caterpillar VSOD грузоподъемностью 3,6 т подают поддоны с бумажными мешками (по 60 шт.на поддоне) на машину для упаковки в тюки массой 1,5 т и затем транспортируют их на склад. Автопогрузчики оборудованы приспособлениями для бокового сдвига тюков, что позволяет точно размещать грузы на транспортирующих устройствах без применения ручного труда.

Отгрузка сухой гидратной извести на экспорт производится в эластичных контейнерах массой 1 т. Контейнер состоит из полиэтиленовой внутренней и полипропиленовой внешней оболочек и горловины, к наружной оболочке которой прикреплены петли. Автопогрузчик вилами поднимает контейнер за петли, транспортирует и устанавливает его на виброплощадку упаковочной машины. Заполнение контейнера порошком контролируется весовым управляемым устройством. Работа виброплощадки обеспечивает равномерное распределение гидратной извести по объему контейнера. Внутренняя пленка горловины загибается внутрь, а наружная скрепляется лентой, после чего контейнер автопогрузчиком загружается в транспортное средство.

ПРОИЗВОДСТВО ИЗВЕСТКОВОГО ТЕСТА И МОЛОКА

Приготовление известкового теста и молока осуществляется, как правило, на механизированных технологических линиях, входящих в состав растворобетонных заводов, цехов или участков предприятий различных отраслей промышленности и строительных участков стройуправлений. На этих линиях организованы как специализированное непрерывное производство известкового теста и молока, так и их выпуск отдельными партиями. В качестве гасильного агрегата применяются серийно выпускаемая барабанная известегасилка типа СМ-1247 и ротационный гаситель конструкции Воронежского инженерно-строительного института типа РГМ.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ИЗВЕСТКОВОГО ТЕСТА

Схема типовой технологической линии мощностью 7500 м³ известкового теста в год приведена на рис.10. Тесто получают из комовой воздушной извести I и 2 сорта (ГОСТ 9179-77) с кусками размером до 80 мм. Средняя плотность теста 1,35 т/м³.

Технологическая линия включает в себя приемные бункера (1), силосный склад (6) комовой негашеной извести, стационарный (3) и передвижной (8) ленточные конвейеры, известегасилку типа СМ-1247 (14), вибрационные сита (16),(17), контейнер (18) для отходов гашения извести, бак (19) известкового молока, отстойники (24) для выдерживания и хранения

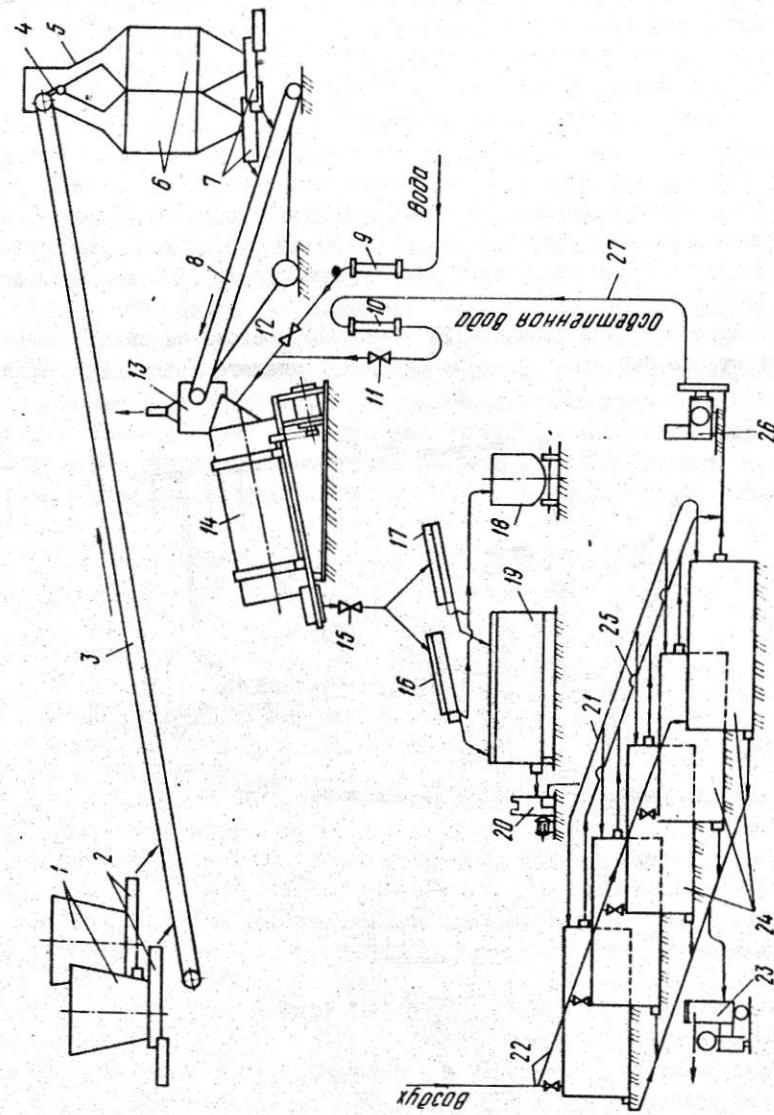


Рис.10.Технологическая линия для получения известкового теста

известкового теста, насосы (20), (23), (26), трубопроводы (21), (22), (25), (27) и ротаметры (9), (10).

Приемные бункера и силосный склад рассчитаны на трехсуточный запас негашеной комовой извести. Комовая известь доставляется автотранспортом в контейнерах или самосвалами и транспортируется на склад электровибрационными питателями типа ПТ-185 (2) и конвейером (3). Поочередная загрузка двух силосов осуществляется с помощью двухрукавной течки (5), оборудованной поворотным шибером (4). Выгрузка извести из силосов производится электровибрационными питателями типа ПТ-185 (7).

Технологическая линия работает следующим образом. Комовая известь фракций до 80 мм из силоса питателем (7) выгружается на конвейер типа ТК-13 (8), которым подается в загрузочный бункер (13) известегасилки (14).

Известегасилка типа СМ-1247 (рис. II) состоит из сварной рамы (1), загрузочного бункера (4), барабана (6), сливного лотка (13), приводных

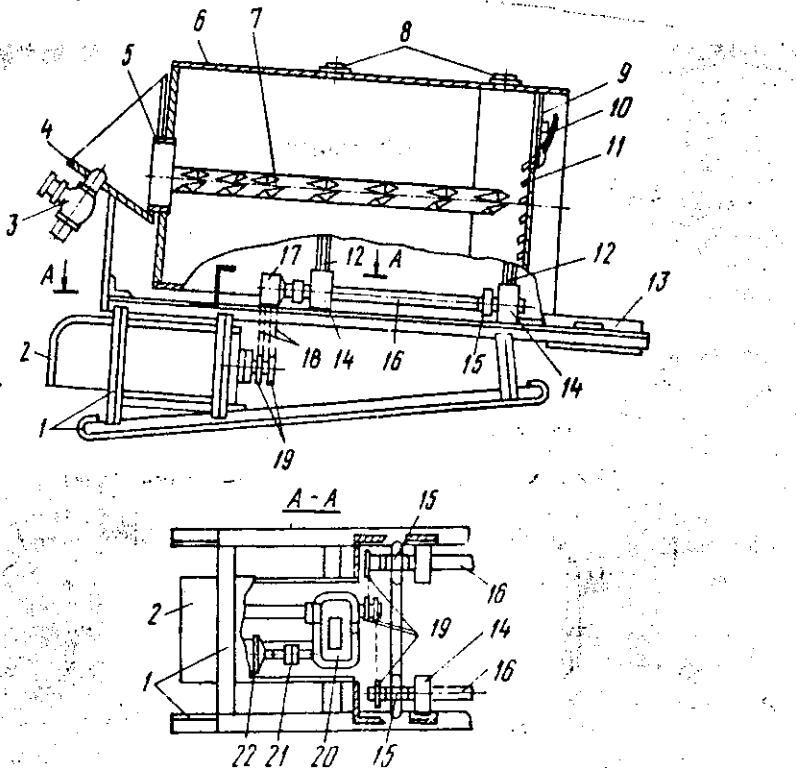


Рис. II. Известегасилка типа СМ-1247

валов (16) с катками (14), привода (2), цепной передачи (18), (19), редуктора (20), муфты (21) и электродвигателя (22). Барабан (6) представляет собой выполненный из листовой стали цилиндр, в одном торце которого находится днище с люками (8) для загрузки негашеной извести и воды, а в другом — круглая решетка (11). Внутри барабана вдоль его обвязки укреплены продольные гребенки (7) с зубьями. Барабан снабжен двумя бандажами (12), которыми он опирается на катки (14), насаженные на приводные валы (16) с муфтами (15), вращающиеся в подшипниках качения. Угол наклона верхней части рамы и барабана составляет $6-8^{\circ}$. Звездочки (19), насаженные на приводные валы, соединены цепями (18) со звездочками выходного вала редуктора (20).

Загрузочный бункер (4) выполнен в виде четырехгранной пирамидальной воронки, в одну из сторон которой вварена цилиндрическая обечайка (5), вставленная с зазором в люк днища барабана. В нижней стенке бункера находится труба с вентилем (3), служащим для подачи воды в известегасилку. Сливной лоток (13) примыкает к выгрузочному концу барабана. Все узлы известегасилки смонтированы на раме (1), нижняя часть которой снабжена помозьями, благодаря которым ее можно перемещать на небольшое расстояние.

Техническая характеристика известегасилки типа СМ-1247

Производительность по негашеной извести, т/ч:	
комовой (размер зерен до 80 мм).....	До 2
порошкообразной.....	До 3
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	12
Мощность электродвигателя, кВт.....	2,2
Габаритные размеры, мм.....	2800x1500x1500

Барабанная известегасилка работает следующим образом. Из загрузочного бункера комовая известь и вода через цилиндрическую обечайку (5) непрерывным потоком поступают в барабан, где вступают в термокимическую реакцию с образованием водной суспензии гидроксида кальция. Гребенки (7) с зубьями при вращении барабана дробят крупные куски извести на более мелкие и способствуют их более интенсивному перемешиванию с водой.

Образовавшееся в барабане известковое молоко проходит через отверстия решетки (11) и поступает в цилиндрическую обечайку сливного лотка (13), а затем через его патрубок и укрепленный на нем гибкий рукав сливается в трубопровод технологической линии. Нагревшийся в барабане материал, а также посторонние включения задерживаются решеткой (11) и по мере накопления периодически (2-3 раза в смену) выгружаются из него через люк (9) с крышкой (10) и сливной лоток (13).

Известковое молоко (см.рис.10) через трехходовой кран (15) подается на вибрационное сито (16) или (17) типа СМ-487Б.

Вибрационное сито (рис.12) представляет собой установленный с помощью упругих подвесок на сварной неподвижной раме (13) вибрирующий короб (6), состоящий из рамы (10), поперечных труб (11), проволочной решетки (3). Решетка выполнена из стальной проволоки диаметром 3 мм с размером ячеек 20 мм. Поверх решетки натянуто сито (7), изготовленное из проволоки диаметром 0,6 мм, с размером отверстий 0,63 мм. Рама (10) установлена с уклоном в сторону сливного лотка (2). Над ситом расположены трубы (4) с форсунками (5). Короб заключен в стальной кожух (12), снабженный патрубками и течкой (1). Вибрация короба происходит вследствие вращения дебалансного вала, соединенного с электродвигателем через упругую муфту.

Вибросито работает следующим образом. Поступающее через патрубок (8) известковое молоко фильтруется на вибросите и удаляется через патрубок (14). Водяные зерна, выделяющиеся при фильтрации, отводятся из вибросита через патрубок (9). Непогасившиеся зерна извести перемещаются в сторону лотка (2) и через течку направляются в отвал.

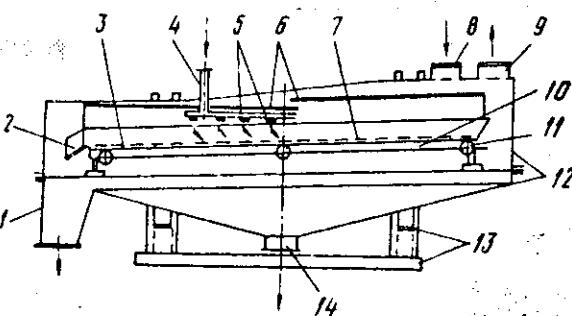


Рис.12. Вибросито

Отфильтрованное на вибросите известковое молоко поступает в бак (19) (см.рис.10), из которого песковым насосом типа Пс (20) по трубопроводу (21) перекачивается в отстойники (24). Непогасившиеся на вибросите (16) зерна сбрасываются в контейнер (18) отходов.

Известковое тесто получают путем обезвоживания известковой суспензии в течение 3-7 сут в отстойниках (24). Осветленная вода по трубопроводу (25) откачивается из отстойников насосом-центробежным типа НЦ (26), а затем по трубопроводу (27) с вентилем (11) подается в известегасилку. Расход осветленной воды контролируется ротаметром типа РСС-3 (10). Предусмотрена также подача в известегасилку по трубопроводу с вентилем (12).

воды, расход которой контролируется при помощи ротаметра типа РСС-1,6 (9).

Известковое тесто хранится в отстойниках под небольшим слоем осветленной воды. Это необходимо для предотвращения его высыхания и карбонизации. Выдержанное в отстойниках тесто при помощи передвижного растворонасоса типа СО-10 перекачивают в специализированный автотранспорт или к месту потребления. Перед включением насоса и при его работе в отстойник по трубопроводу и резиновому шлангу подается сжатый воздух, который взмучивает известковое тесто, сообщая ему необходимую текучесть.

Проектные технико-экономические показатели линии: расход на 1 м³ известкового теста комовой негашеной извести 0,741 т, воды 0,76 м³, электроэнергии 7,68 кВт·ч; установленная мощность электродвигателя 54,5 кВт.

Наряду с известковой пастой и молою на этих линиях можно получать отделочные известково-полимерные пасты. Работающая на Киргизском комбинате строительных материалов (г.Фрунзе) типовая установка по приготовлению известково-полимерной пасты включает известегасилку типа СМ-1247, вибрационные грохоты с сетками 063, восемь отстойников из железобетона суммарной вместимостью 228 м³ теста. Для гидратации используется комовая кальциевая известь, получаемая в шахтной печи, работающей на твердом топливе. Выдерживание известкового теста в отстойниках в течение 20-30 сут обеспечивает полную гидратацию содержащихся в извести силикатов и алюминатов кальция, а также переката CaO. Готовое известковое тесто влажностью 55% винтовым насосом подается в смеситель типа С-868, в котором в течение 10-15 мин перемешивается с полимерной составляющей и пигментом. Готовая известково-полимерная паста расфасовывается в пластмассовую или металлическую тару вместимостью от 3 до 200 кг. Экономический эффект от применения известково-полимерной пасты в строительстве составляет 220 тыс. руб. в год [36].

Куйбышевским филиалом ГПКТИ "ИндустроПроект" разработана и внедрена на Куйбышевском металлургическом заводе им.В.И.Ленина модернизированная линия по производству 50 т/сут гидратной извести [37]. В основном применено технологическое оборудование, аналогичное рассмотренному выше (см.рис.10), с внесением следующих изменений: увеличена вместимость приемных бункеров и силосов комовой извести, а также отстойников; на участке между приемными бункерами и силосным складом установлен кругонаклонный ленточный конвейер (угол подъема 50°) длиной 13 м; две известегасилки типа СМ-1247 загружаются с помощью кругонаклонного ленточного конвейера длиной 5,5 м; осветленная вода из отстой-

ников откачивается центробежным насосом типа НС-1 в промежуточную емкость вместимостью 80 м³, а из нее центробежным насосом нагнетается в известегасилку.

Управление приготовлением известковых суспензий осуществляется с пульта управления, на котором расположены кнопки пуска технологической линии; электроизмерительные приборы, контролирующие нагрузку электродвигателей насосов; сигнальные лампы. На щите управления смонтирована мнемосхема технологической линии. Линия оснащена аспирационными укрытиями и системами очистки аспирационного воздуха.

Гидратная известь отпускается потребителю в виде известковых теста и молока. В связи с высоким качеством применяемой негашеной комовой извести тесто выдерживается в отстойниках не более 3 сут. Из отстойника двухшнековым насосом типа АНВ-125 оно подается в промежуточную емкость, из которой самотеком поступает на краскортерку типа СО-1, а затем в расходный бак вместимостью 1 м³. Из бака пластичное тесто насосом типа АНВ-125 по гибкому шлангу перекачивается в тару, в которой доставляется на стройку.

Воронежским инженерно-строительным институтом разработан гаситель ротационного типа РИМ, применение которого позволяет использовать в качестве исходного сырья негашеную комовую известь с кусками размером до 200 мм, снизить до 2% отходы гашения и уменьшить время выдержки теста в отстойниках до 1-2 сут [38, 40].

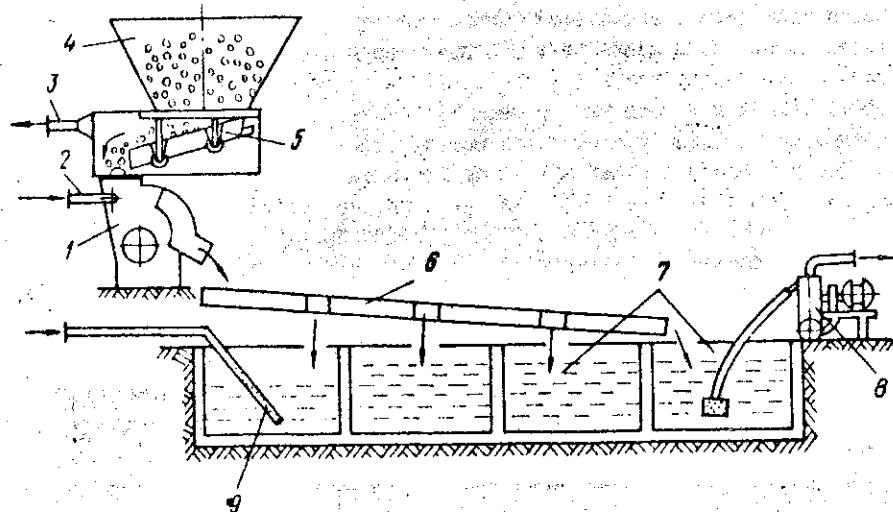


Рис. I.13. Схема технологической линии для приготовления известкового теста с использованием ротационного гасителя типа РИМ

На рис. I.13 показана схема технологической линии для приготовления известкового теста с использованием ротационного гасителя типа РИМ, внедренной на ряде предприятий Министерства строительства РСФСР.

Технологическая линия включает в себя: ротационный гаситель (1), водопровод (2), качающийся питатель легкого типа КЛ-8 (5), расходный бункер (4) комовой извести, распределительный лоток (6), поршневой растворонасос типа СО-ЗОБ (8) и отстойники (7) известкового теста. Узел дозирования комовой извести в гаситель заключен в кожух и при помощи патрубка (3) подключен к аспирационной установке.

Приготовление известкового теста производится следующим образом. Негашеная комовая известь фракции до 200 мм из расходного бункера питателем равномерно подается в ротационный гаситель.

Основным рабочим органом ротационного гасителя РИМ-5 (рис. I.14) служит укрепленный на горизонтальном валу (12) ротор (13), состоящий из

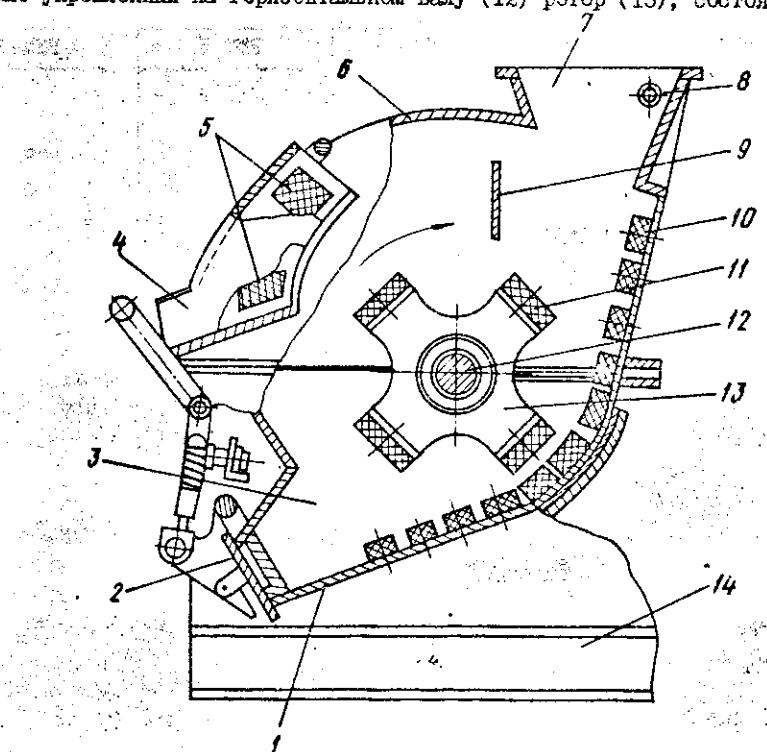


Рис. I.14. Ротационный гаситель непрерывного действия типа РИМ

двух торцовых дисков с молотками-бильами (II) из марганцовистой стали. Корпус гасителя разъемный, состоит из нижней (I) и верхней (6) частей. В верхней части корпуса расположено отверстие (7) для загрузки комовой извести и укреплена перфорированная труба (8) для подачи воды. На задней стенке корпуса укреплены плиты (10) из марганцовистой стали, защищающие корпус гасителя от преждевременного износа и способствующие измельчению материала. Отражательный щиток (9) служит для создания направленного потока жидкости в корпусе. Емкость (3) выполняет функцию ловушки твердых каменных включений, кусков металла и других трудноизмельчаемых включений. Ловушка снабжена быстродействующим затвором (2), через который включения периодически удаляются из гасителя. Корпус гасителя и привод смонтированы на раме (14). В технологических линиях применяют гасители типа РГМ-5, РГМ-8 и РГМ-10, технические характеристики первых двух приведены в таблице [38, 39, 41].

	РГМ-5	РГМ-8
Производительность (по количеству перерабатываемой негашеной комовой извести), т/ч	3-4	4-6
Диаметр ротора, мм	700	700
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	260	260
Мощность электродвигателя, кВт	28	30
Расход воды, м ³ /ч	6-10	8-18
Габаритные размеры, мм	2220x1335x1650	2670x1360x1880

Поступившие в ротационный гаситель вода и комовая известь в соотношении 1:(2,8-3) подвергаются интенсивному перемешиванию, при этом комовая известь измельчается бильами (II) ротора (13). Известковая суспензия разогревается до температуры 95-98°C и выше.

Известковая суспензия отводится из аппарата через решетки (5) и сливные лотки (4) и сливаются (см. рис. 13) на установленный наклонно распределительный лоток (6), по которому поступает в емкости-отстойники (7), где выдерживается в течение 1-2 сут. Подача известкового теста в специализированный автотранспорт производится насосом (8). Одновременно в отстойник по трубопроводу (9) подают сжатый воздух.

В странах-членах СЭВ и капиталистических странах в известковое тесто гасится сравнительно небольшое количество извести [10, 16]. Представляет интерес построенная фирмой Wallace and Tiernan (Великобритания) установка непрерывного действия (рис. 15) для гашения комовой

извести в тесто [35]. Установка включает в себя секционный гидрататор (7), снабженный лопастным валом (6) с приводом, перфорированной трубой (10), течками (1), (2), (8), гидравлическим клапаном (II) и классификатором (12); конвейер (15), весовой ленточный дозатор (9).

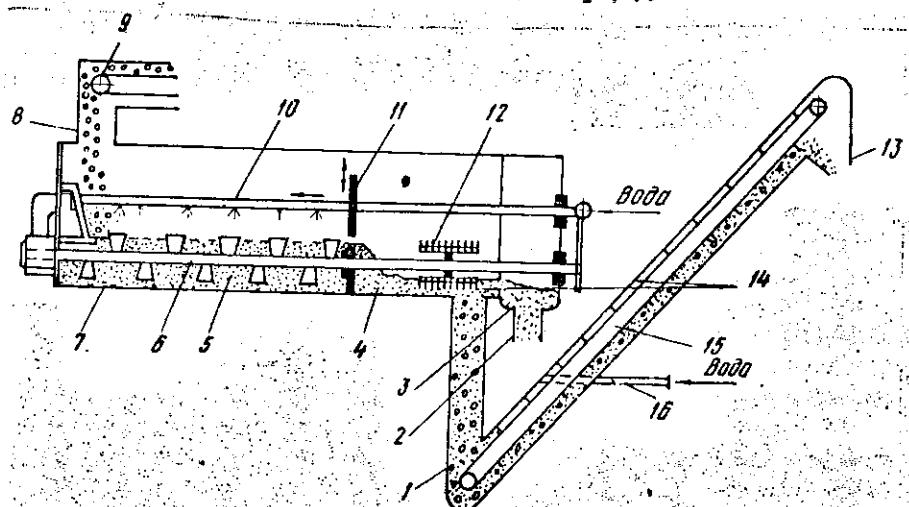


Рис. 15. Установка непрерывного действия для получения известкового теста (Великобритания)

Установка работает следующим образом. Комовая известь (9) непрерывно загружается в секцию (5) гидратации извести, куда через отверстия трубы (10) определенными порциями подается известковое молоко или вода. Образующийся при перемешивании известковый шлам через регулируемый перепускной клапан (II) поступает в секцию (4) и через классификатор (12), где из него удаляются непогасившиеся зерна, подается в секцию (3) и по течке (1) сливается в отстойные камеры, где выдерживается до получения из него известкового теста.

Непогасившиеся зерна по течке (1) попадают в конвейер (15), заполненный известковой суспензией до определенного уровня (14). В конвейер по трубе (16) поступает вода для промывки материала. Промытые зерна материала через течку (13) направляются в бункер отходов. Образующаяся при промывке непогасившиеся зерна известковая вода возвращается в гидрататор. Известковое тесто отправляется потребителю в контейнерах. Весь процесс приготовления гидратной извести и погрузочно-отгрузочные работы автоматизированы.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ИЗВЕСТКОВОГО МОЛОКА

Получение известкового молока осуществляется преимущественно на технологических линиях мощностью 10-80 тыс.м³ в год двумя методами: из известкового теста и непосредственным гашением извести в молоко.

На растворобетонных заводах распространен способ производства известкового молока из теста. В результате получения Ca(OH)₂ более тонко-зернистой структуры обеспечивается высокое качество строительных растворов. На Куйбышевском металлургическом заводе известковое молоко 20% концентрации готовят в гидравлическом смесителе, разбавляя известковое тесто водой в соотношении 1:1,5 [37]. Гидравлический смеситель снабжен мешалкой с электроприводом и разделен по высоте на две секции, одна из которых заполнена тестом (первый уровень), другая - готовым известковым молоком (второй уровень). При этом обеспечивается получение известкового молока требуемой концентрации. Готовое молоко насосом типа АНВ-125 подается в специализированный автотранспорт (автоцистерну) или перекачивается в бетоносмесительное отделение. Готовность известкового молока контролируется по его концентрации.

На ряде заводов известковое молоко из теста получают на технологической линии, оснащенной дифференциальным взвалтывателем (рис. I.16). Линия включает: приемный бункер (2) негашеной извести, барабанный питатель (3), ленточный конвейер (4), известегасилку типа СМ-1247, рас-

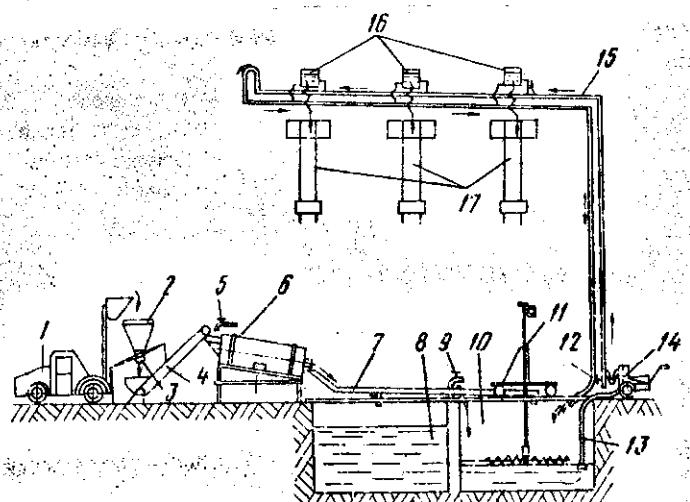


Рис. I.16. Схема технологической линии для приготовления известкового молока и подачи его в растворный узел

пределительный лоток (7), отстойники (8),(10), дифференциальный взвалтыватель (11), трубопроводы с вентилями (5),(9),(12).

Линия работает следующим образом. Негашеная камовая известь первого или второго сорта (ГОСТ 9179-77) с кусками размером до 40 мм автогрузчиком (1) доставляется со склада и загружается в приемный бункер (2). Из бункера лопастным питателем типа Н-1-30 (3) она выгружается на конвейер (4), которым транспортируется в загрузочный бункер известегасилки (6). Вода подается в бункер известегасилки по трубопроводу через вентиль (5). Из сливного лотка известегасилки известковое молоко по наклонному распределительному лотку (7) стекает в отстойник (10), где выдерживается 3-7 сут.

Приготовленное в отстойнике (творильной яме) известковое тесто разбавляют водой до консистенции известкового молока. Для этого при открытом вентиле (9) водопровода включают дифференциальный взвалтыватель (11).

Дифференциальный взвалтыватель (рис. I.17) состоит из смонтированной на опорной раме вертикальной трубы (4) с фланцами, вертикального приводного вала (5), конической передачи с шестернями (1),(9), горизонтального лопастного вала (8), шарикоподшипников (2),(3),(6) и фланцевого электродвигателя, подключенного к источнику питания при помощи кабеля. Ведущая коническая шестерня (1) соединена с приводным валом, ведомая - с лопастным. Цилиндрическая часть корпуса (7) с крышкой (10) укреплена в двух шарикоподшипниках и может вращаться вместе с лопастным валом. Опорная рама снабжена колесами, при помощи которых взвалтыватель перемещают по направляющим над отстойниками [42].

Техническая характеристика дифференциального взвалтывателя

Лопастной вал:

длина, мм.....	3000
диаметр, мм.....	180
частота вращения, мин ⁻¹	300
Частота вращения приводного вала, мин ⁻¹	8-10
Передаточное число конической пары шестерен	3,2
Мощность электродвигателя, кВт.....	2,8

Дифференциальный взвалтыватель работает следующим образом. При включении электродвигателя начинает вращаться вертикальный вал, который через шестерни передает вращение лопастному валу. При достижении лопастным валом определенной частоты вращения начинает вращаться корпус, при этом обеспечивается планетарное движение лопастей вала в супензии.

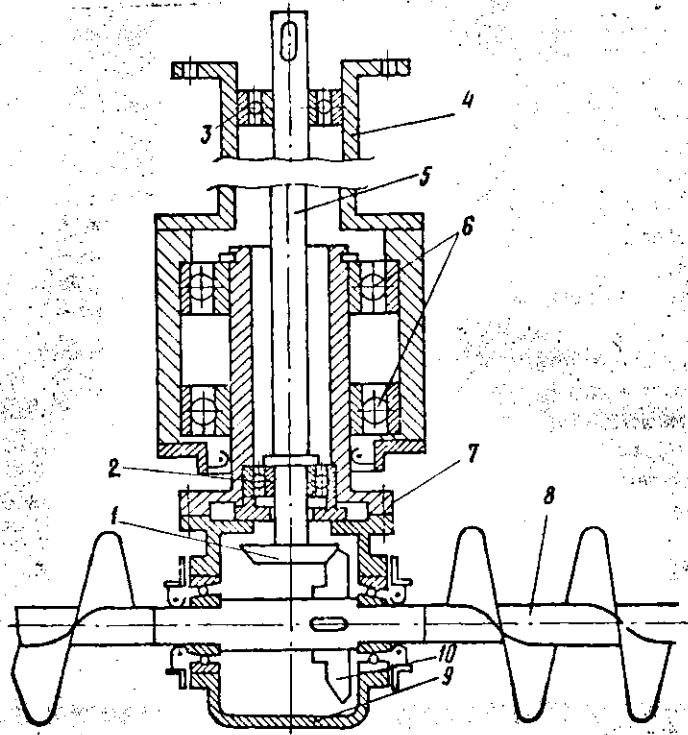


Рис. 17. Дифференциальный взвалтыватель

При определенной частоте вращения лопастного вала устанавливается необходимый режим взвалтывания известкового теста. При содержании в тесте непромешанных вклюений вращение корпуса замедляется, а лопастного вала - ускоряется, что способствует разрушению непромешанных включений. По мере работы взвалтывателя в отстойнике постепенно образуется известковый шлам. Подача воды в отстойник продолжается до тех пор, пока шлам не приобретает консистенцию известкового молока.

Готовое известковое молоко из отстойника (10) (см. рис. 16) при помощи шланга (13) подается передвижным растворонасосом (14) по прямому трубопроводу (15) в дозировочные бачки (16). Избыток молока сливается в отстойник ис обратному трубопроводу.

Дифференциальные взвалтыватели эффективно эксплуатируются при приготовлении известкового молока на растворобетонном заводе треста "Кишиневстрой" Министерства строительства Молдавской ССР, на участке СУ-38 г. Бельцы Молдавской ССР и др. [2].

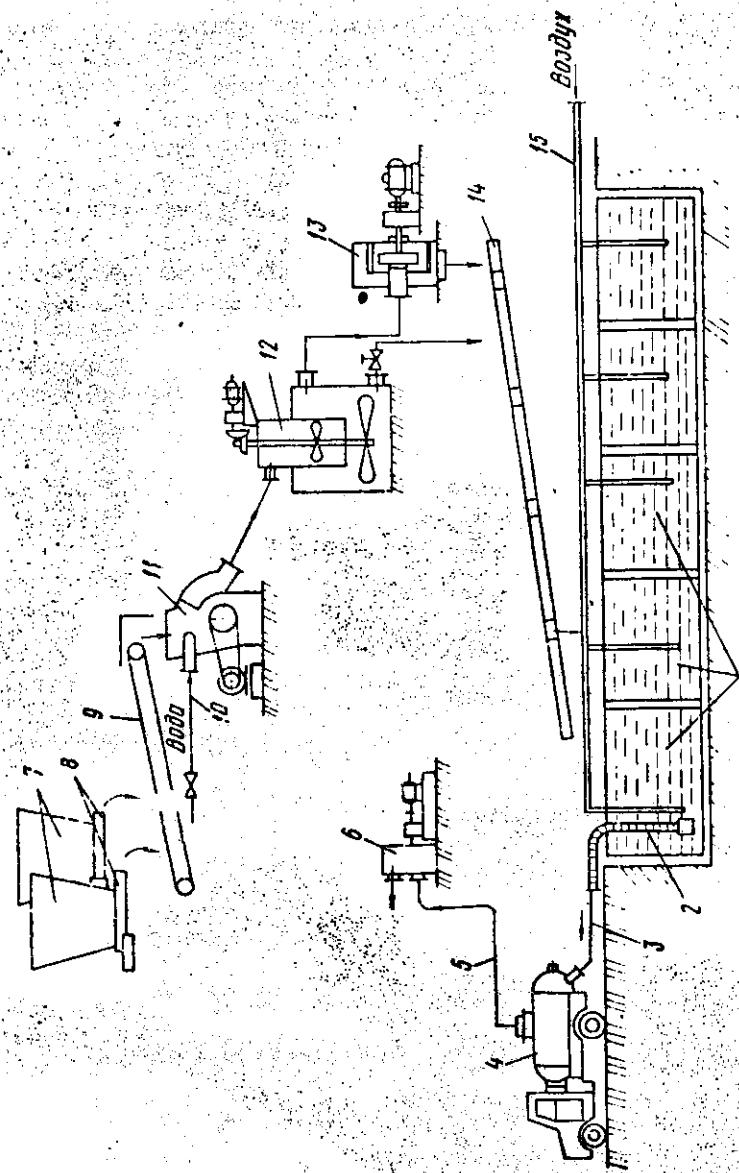


Рис. 18. Схема технологической линии для приготовления известкового молока с использованием ротационного гасителя РМ-3

Получение известкового молока непосредственно из негашеной извести может быть осуществлено при использовании ротационного гасителя типа РГМ. Схема технологической линии, используемой на Киевском асфальто-бетонном заводе, мощностью 65 тыс. м^3 в год известкового молока приведена на рис.18. Линия включает в себя: расходные бункера (7), гаситель типа РГМ-8 (11), сборник-мешалку типа Г-12 (12), струйный дезинтегратор типа СД-14 (13), распределительный лоток (14), пять отстойных камер (1) вместимостью по 30 м^3 известкового молока каждая и вакуум-насос типа ВВН-12 (6).

Известковое молоко приготавливают следующим образом. Негашеная костная известь (первого и второго сортов (ГОСТ 9179-77) с кусками размером до 200 мм из расходного бункера (7) качающимся питателем (8) подается на ленточный конвейер (9), который загружает ее в ротационный гаситель (11). В гаситель по трубопроводу (10) поступает холодная вода. Известковая суспензия из ротационного гасителя по наклонному трубопроводу сливается в сборник-мешалку (12).

Сборник-мешалка типа Г-12 (рис.19) представляет собой выполненную из листовой стали емкость, состоящую из наружного корпуса (6), закрыто-

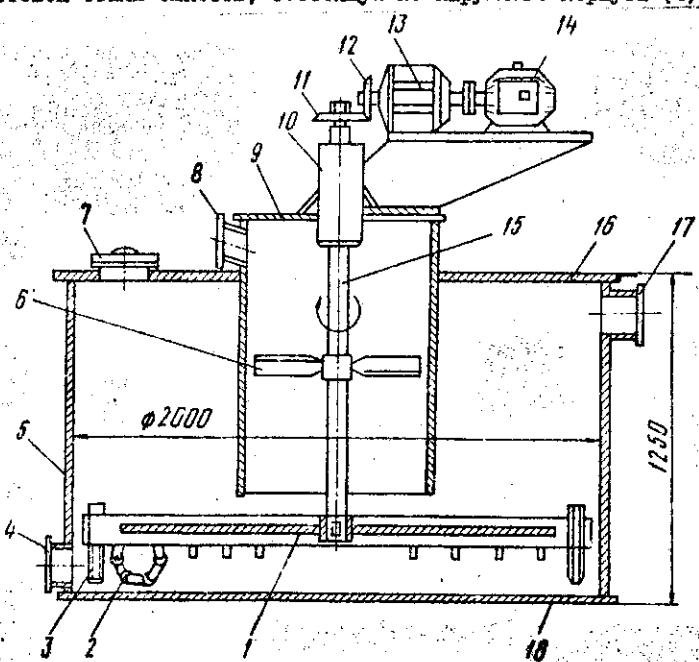


Рис.19. Сборник-мешалка Г-12

го крышкой (16), днища (18), внутреннего цилиндра (9) с патрубком (8) и механической мешалки с приводом. Лотки (4),(7) служат для ремонтных работ. Вал (15) вращается в подшипнике (10). Привод мешалки включает пару конических шестерен (11),(12), редуктор (13) и электродвигатель (14). Вместимость сборника 3,2 м^3 , частота вращения вертикального вала 30 мин^{-1} , мощность электродвигателя 4,5 кВт [43].

Известковая суспензия через патрубок (8) поступает во внутренний цилиндр сборника, в котором она интенсивно перемешивается лопастями (6), затем попадает в придонную зону наружного корпуса, где перемешивается горизонтальной рамой (1), снабженной болтами (3) и цепями (2), после этого поднимается в верхнюю зону корпуса (5) и удаляется из аппарата через патрубок (17).

В сборнике-мешалке осуществляется изотермическая выдержка известковой суспензии, после чего она самотеком поступает в струйный дезинтегратор.

Струйный дезинтегратор типа СД-14 (рис.20) состоит из разъемного стального корпуса, ротора, решетки, входного и выходного (II) патрубков. Цилиндрическая решетка (3) образована стальными пальцами (2), соединяющими два диска, и прикреплена болтами и пальцами к корпусу (1) машины. Стальной литой ротор (9) представляет собой диск с лопatkами, укрепленный на валу (10) при помощи гайки-обтекателя (5). Съемная крышка (4) снажена фланцем (7) для крепления в корпусе входного патрубка (6). Герметичность места соединения патрубка и съемной крышки корпуса обеспечивается уплотнением (8). Производительность струйного дезинтегратора 20 $\text{м}^3/\text{ч}$, диаметр ротора 480 мм, частота вращения - 146 мин^{-1} , мощность электродвигателя привода 14 кВт [44].

Известковая суспензия, содержащая непогасавшиеся зерна, а также агломерированные частицы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ через патрубок (6) поступают в дезинтегратор, где подхватываются лопастями ротора и под действием центробежной силы с большой скоростью отбрасываются на пальцы решетки. При этом происходит интенсивное измельчение материала.

Из дезинтегратора (13) (см.рис.18) через патрубок (II) тонкодисперсная суспензия по наклонному распределительному лотку (14) сливается в отстойники (1), в которых она выдерживается 1-2 сут. В это время суспензия периодически перемешивает сжатым воздухом, поступающим по трубопроводу (15).

Транспортировка готового известкового молока потребителю осуществляется в цистернах. Для загрузки автоцистерны (4) молоком ее верхнюю часть соединяют шлангом (5) с вакуум-насосом (6), а нижнюю при помощи рукавных шлангов (3),(2) - с отстойником (1). Одновременно отстойник продувается сжатым воздухом, поступающим в него по трубопроводу (15).

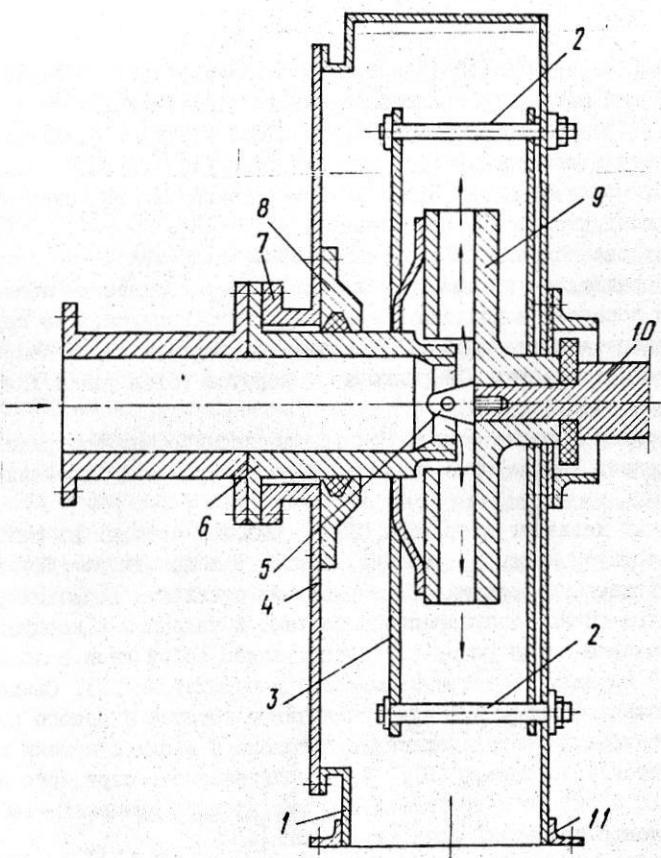


Рис.20.Струйный дезинтегратор СД-І4

Известковое молоко, получаемое на этой технологической линии, отвечает требованиям ТУ 21 УССР 136-78. Расход негашеной извести на 1 м³ молока составляет 260 кг; количество отходов - 2%.

Аналогичные технологические линии различной мощности эксплуатируются на предприятиях Министерства строительства УССР (г.г.Киев, Днепропетровск), БССР (г.Минск), УзССР (п.Янгальск) [39,41].

На Кореневском заводе строительных материалов и конструкций Главмосстройматериалов завершается строительство цеха известкового молока проектной мощностью 400 тыс.м³ в год с двумя технологическими линиями.

Линия (рис.21) включает в себя: расходный силос (13) вместимостью 280 т комовой извести, гасильный барабан (16), вибрационные сите (7),

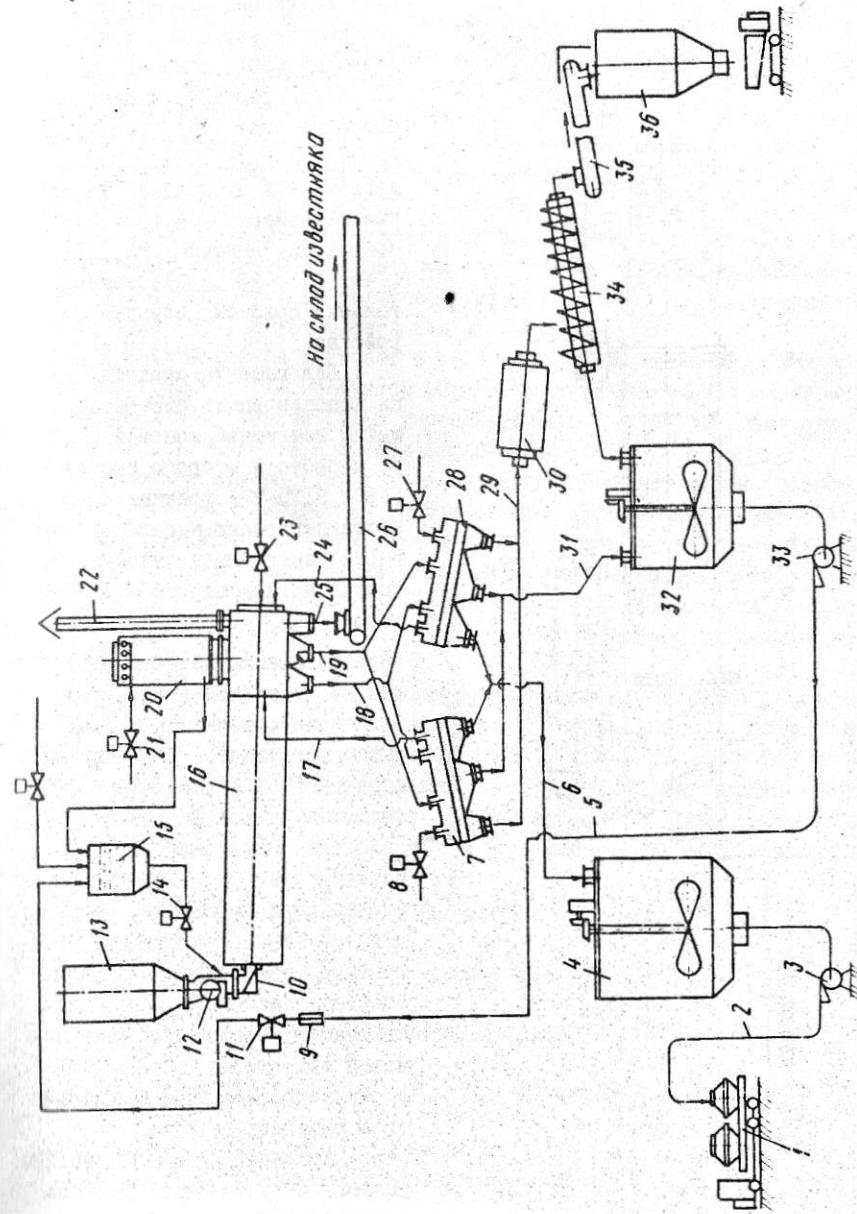


Рис.21.Схема технологической линии высокой производительности для получения известкового молока

Известковая вода

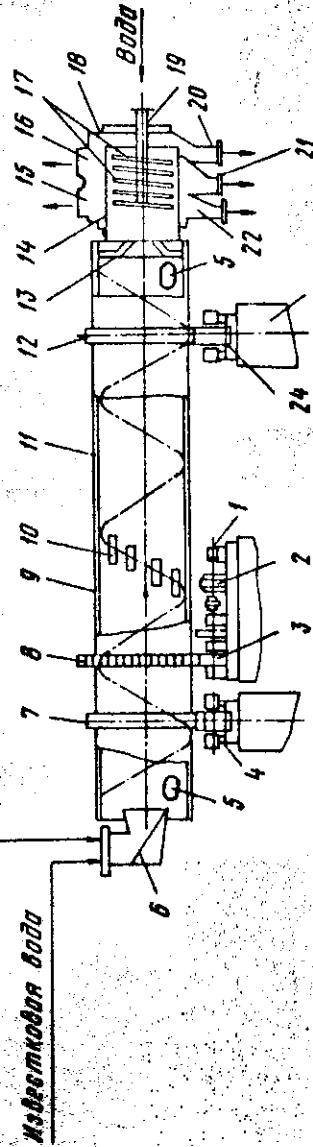


Рис. 22. Гасильный барабан

(28) (одно резервное), сборники-мешалки (4),(32), трубную мельницу (30), спиральный классификатор (34), бункер отходов гашения (36), центробежные насосы (3),(33), бак (15) известковой сuspензии, ленточные конвейеры (26),(35), трубопроводы, вентили (8),(II),(14),(21),(23),(27), измерительные приборы, сливные устройства.

Для гашения предполагается использование быстрогасящейся воздушной камовой известки первого и второго сортов (ГОСТ 9179-77) фракции 40-70мм. Места пересыпки негашеной извести заключены в укрытии и соединены с аспирационной системой.

Негашеная известь барабанным питателем (12) через загрузочную течку (10) непрерывно загружается в гасильный барабан (16). Одновременно в течку из расходного бака (15) самотеком поступает горячая известковая вода. В баке поддерживается постоянные уровень жидкости и ее температура. Применение барабанного питателя обеспечивает необходимую герметизацию участка выгрузки камовой извести из силоса (13) и регулирование подачи извести в гаситель.

Гасильный барабан (рис.22) состоит из установленного на роликовые опоры цилиндрическо-

го стального корпуса (9) с приводом, загрузочного бункера (6) и приемной камеры (18). Корпус барабана диаметром 2,5 и длиной 15 м сварен из листовой стали толщиной 16 мм. Внутри корпус выложен съемными футеровочными плитами (11) из марганцовистой стали толщиной 10 мм, защищающими его от коррозии, и снабжен расположенным по винтовой линии стальными уголниками (10). Люки (5) служат для выполнения ремонтных работ. Выходной торец корпуса оборудован выгрузочным конусом (13) с шестью черпаками из марганцовистой стали. С обеих сторон корпус барабана закрыт торцевыми крышками с центральными отверстиями. Корпус двумя бандажами (7) и (12) опирается на роликовые опоры (4),(24), смонтированные на фундаменте (23), и установлен под углом 0,5° [19].

Привод барабана включает в себя электродвигатель переменного тока мощностью 22 кВт (1), редуктор (2), муфту, зубчатую пару шестерен, приводной вал с шестерней (3) и укрепленную на корпусе барабана венцовую шестерню (8). Частота вращения барабана 3,2 мин⁻¹.

Приемная камера (18) длиной 3,4 м представляет собой сварной кожух, герметично закрывающий со всех сторон барабанный грохот (14). В нижней части кожух снабжен лотком (20) и сливными течками (21),(22), а в верхней части - патрубками (15),(16), соединенными соответственно со скруббером (20) и вытяжной трубой (22) (см.рис.21). По оси камеры укреплена труба (19) (см.рис.22) с форсунками для разбрызгивания горячей воды внутри барабанного грохота.

Барабанный грохот изготовлен в виде перфорированного цилиндра диаметром 1,9 и длиной 2,6 м. На внутренней стенке цилиндра приварены расположенные по винтовой линии сегменты (17). Барабанный грохот одним торцом при помощи фланца прикреплен к торцовой крышке корпуса гасителя и вращается вместе с ним. Герметизация места соединения вращающегося цилиндра грохота (14) и неподвижной приемной камеры (18) осуществляется специальным уплотнением.

Техническая характеристика гасильного барабана

Производительность (максим.):

по камовой негашеной известки фракции 0-100 мм, т/ч.....	63
по известковому молоку, м ³ /ч.....	160

Размеры корпуса, м:

диаметр.....	2,5
длина.....	15

Частота вращения корпуса, мин ⁻¹	3-4
---	-----

Мощность электродвигателя привода, кВт.....	22
---	----

Комовая известь и горячая известковая вода по течке (6) поступают в корпус гасителя (9) (см. рис. 22), где подхватываются угольниками (10) и интенсивно перемешиваются, образуя концентрированную известковую сuspензию (концентрированное молоко). На выходе из корпуса гасителя концентрированное молоко переливается через концевую обечайку и поступает в барабанный грохот (14), куда загружается также ковшами выгрузочного конуса (13) непогасившийся в корпусе материал.

Из барабанного грохота концентрированное известковое молоко с непогасившимися зернами материала размером до 15 мм через отверстия сливается в течку (22). Непогасившиеся зерна извести размером более 15 мм перемешиваются сегментами (17) вдоль барабана и одновременно промываются водой, поступающей из форсунок трубы (19). Образующееся при этом известковое молоко низкой концентрации сливается в течку (21), а отходы ссыпаются из грохота (14) в лоток (20).

Выделяющийся при гашении извести водяной пар удаляется из гасителя через патрубок (15) или (16). Из патрубка (15) пар поступает в скруббер (20) (см. рис. 21), в который по трубопроводу с вентилем (21) подается холодная вода и нагревается до 50°C, после чего поступает в расходный бак (15). Охлажденный пар удаляется в атмосферу через патрубок и вытяжную трубу (22).

Отходы гашения фракции более 15 мм ссыпаются по течке (25) на ленточный конвейер (26) и транспортируются на склад. Они повторно обжигаются или используются в производстве силикатных изделий.

Из гасителя (16) известковое молоко по сливным устройствам (18) и (19) поступает на фильтрацию в вибросито (7) или (28) (резервное). Вибросито снабжено двумя патрубками для введения известкового молока (концентрированного и разбавленного). Горячая вода подается в вибросито при помощи дистанционно управляемых вентилей (8), (27). Пары воды отсасываются из вибросита через трубопроводы (17) и (24), соединенные с приемной камерой гасителя. Подситное пространство вибросита поперечной перегородкой разделено на два отсека, снабженных сливными патрубками для концентрированного и разбавленного молока.

Техническая характеристика вибросита

Производительность по известковому молоку, м ³ /ч	160
Размер отверстий, мм.....	0,8
Габаритные размеры, м.....	4,22x1,62x1,45
Мощность электродвигателя вибратора, кВт.....	5,5

Протекающее через вибросито (7) или (28) концентрированное известковое молоко по течке (6) поступает в сборник-мешалку (4), диаметр корпуса которой составляет 4,5 м, высота 4,5 м, мощность электродвигателя привода II кВт, частота вращения вала 12 мин⁻¹.

Из сборника-мешалки усредненное концентрированное известковое молоко с содержанием активных CaO+MgO не менее 23 мас.% центробежным насосом типа 8Пс-10 (3) по трубопроводу (2) перекачивается в автоКистерны (1). В цехе смонтировано восемь сборников-мешалок. Они оборудованы автоматическими уровнемерами типа УР-8.

Отфильтрованное в вибросите (7) или (28) известковое молоко низкой концентрации по течке (31) стекает в сборник-мешалку (32), диаметр корпуса которой 2,6 м, высота 2,3 м, мощность привода 5,5 кВт. Усредненное известковое молоко насосом 4Пс-6 по трубопроводу (5) перекачивается в расходный бак (15). Подачу известкового молока регулируют при помощи задвижки (11) и контролируют расходомером (9).

Крупные частицы материала размером 0,8-15 мм из вибросита по распределительному лотку (29) поступают на измельчение в трубную мельницу типа СМ-600I мокрого помола (30). Производительность мельницы 18 т/ч, диаметр корпуса 1,5 м, длина 3 м, частота вращения корпуса 25 мин⁻¹, мощность электродвигателя привода 100 кВт.

Известковый шлам из мельницы (30) поступает в спиральный классификатор типа ИКСН-10 (34), в котором отделяются непогасившиеся зерна материала фракции более 1 мм и выгружаются на конвейер (35), транспортирующий их в бункер отходов (36), а известковое молоко низкой концентрации сливается в сборник-мешалку (32).

Управление приготовлением известкового молока осуществляется дистанционно с пультов управления ПУ-1 и ПУ-2 (для каждой технологической линии). Все оборудование и механизмы линии блокированы между собой и с аспирационными установками. На щите управления смонтирована мнемосхема технологической линии. Автоматически контролируются и регистрируются расход, уровень и температура воды, подаваемой на гашение извести; уровень негашеной извести в загрузочном бункере; работа конвейеров; уровень воды в расходном баке и т.д.

На складе готовой продукции имеется отдельный пульт управления ПУ-3 и щит управления. С пульта управления регулируется работа электродвигателей насосов и приводов задвижек на трубопроводах слива известкового молока. На щите управления установлены вторичные приборы следящих уровнемеров типа УР-8, по показаниям которых производится отпуск известкового молока потребителям. Предусмотрено три режима управления оборудованием технологической линии: автоматизированный с пультов ПУ-1 и ПУ-2, дистанционный с пульта ПУ-3 и наладочный с пультов, установленных непосредственно у оборудования и механизмов.

В соответствии с проектными показателями работы линии содержание активных CaO+MgO в известковом молоке должно составлять не менее 23%.

остаток на сите № 063 - не более 15 г/л, расход негашеной извести на 1 м³ концентрированного известкового молока - 390 кг.

Выводы

В настоящее время назрела необходимость расширения и совершенствования действующего производства гидратной извести с целью удовлетворения потребности в ней многих отраслей народного хозяйства, роста производительности труда, его механизации и автоматизации, повышения эффективности и качества выпускаемой продукции.

В промышленности гидратную изесть получают в виде пушонки (сухой гидратной извести), известкового теста и молока. Большую часть производимой в СССР гидратной извести составляют известковое молоко и тесто. Вместе с тем получение и применение сухой гидратной извести имеют ряд преимуществ. Сухая гидратная изесть представляет собой наиболее концентрированную по содержанию Ca(OH)₂ разновидность гидратной извести. Погрузочно-разгрузочные работы и транспортировка упакованной пушонки могут быть полностью механизированы и автоматизированы. При получении пушонки возможна централизованная утилизация отходов гашения. Транспортировка известкового молока и теста на значительные расстояния экономически недесообразна из-за высокого содержания воды в этих продуктах.

Типовые линии получения сухой гидратной извести, известкового молока и теста, эксплуатируемые в стране, не отвечают современному мировому уровню. Технология приготовления известкового молока и теста с применением ротационного жидкостного гасителя типа РЖМ конструкции Боронежского инженерно-строительного института более эффективна по сравнению с типовой, предусматривающей использование серийно выпускаемой известегасилки типа СМ-1247. Однако гаситель РЖМ и технология производства известковых суспензий нуждаются в существенной доработке с целью повышения надежности работы оборудования, оснащения его дозирующей аппаратурой и более эффективного использования выделяющегося при гидратации извести тепла.

Высокопроизводительные технологические линии для централизованного производства известкового молока мощностью 200 тыс.м³ и более в год отвечают сегодняшним требованиям по качеству выпускаемой продукции, механизации и автоматизации технологического процесса и отгрузки молока, полностью использующими тепло гидратации извести, охране окружающей среды. Их строительство целесообразно в регионах, где имеется постоянная потребность в большом объеме известкового молока (г.г. Москва, Киев, Ленинград и др.).

За рубежом в ряде стран-членов СЭВ (ЧССР, ПНР, ГДР) и промышленно развитых капиталистических странах (США, ФРГ, Япония, Великобритания) объем производства сухой гидратной извести в последнее десятилетие неуклонно увеличивается и составляет 25-90% от всего количества изготавливаемой гидратной извести.

На современных технологических линиях за рубежом негашеная комовая изесть измельчается в молотковых дробилках до фракции 0-10 или 0-12 мм. Для гидратации кальциевой изести применяются непрерывно действующие аппараты, работающие при атмосферном давлении, производительностью 10, 20, 30 и 40 т/ч, оборудованные устройствами для рекуперации тепла гидратации изести, очистки запыленных паров воды и воздуха, утилизации минеральных отходов.

Гидратация негашеной доломитовой изести осуществляется под давлением в непрерывно действующих гидраторах-автоклавах конструкции фирмы Согнов (США) производительностью 20-30 т/ч. Автоклавные установки для гидратации изести оснащены автоматической контрольно-измерительной и регулирующей аппаратурой.

На современных зарубежных предприятиях сухая гидратная изесть хранится на полностью механизированных и автоматизированных складах в силосах вместимостью 750-1200 т. Склады оснащены упаковочными машинами производительностью до 750 мешков в час. На некоторых предприятиях организована отгрузка сухой гидратной изести в эластичных контейнерах вместимостью 1 т. Технологические линии оборудованы пылеулавливающими установками с рукаными фильтрами.

На основании изложенного в обзоре материала рекомендуется:

расширить ассортимент гидратной изести, организовать производство товарной сухой гидратной изести, предусмотреть на нескольких заводах, в первую очередь на вырабатывающих комовую изесть из мелкого сырья, строительство гасильных отделений и силосных складов для хранения сухого гидроксида кальция и полностью механизировать отгрузку затаренной в бумажные мешки или эластичные контейнеры пушонки;

разработать научно-техническую программу по созданию производства сухой гидратной кальциевой и доломитовой изести на ряде предприятий, исключая создание эффективных непрерывно действующих гидраторов, работающих при атмосферном давлении, производительностью 20-40 т/ч, оснащенных современными контрольно-измерительными приборами и регуляторами, в том числе микропроцессорами;

организовать серийный выпуск гасителей типа РЖМ взамен выпускаемой в настоящее время известегасилки типа СМ-1247 с одновременной их модернизацией с целью повышения надежности работы;

разработать типовые проекты технологических линий мощностью 20, 40, 60 тыс.м³ известкового молока или теста в год, оснащенных гасителями типа РМ, с автоматическим весовым дозированием негашеной комовой извести и воды, а также современной контрольно-измерительной и регулирующей аппаратурой;

оборудовать все действующие в строительстве и промышленности строительных материалов технологические линии по производству гидратной извести аспирационными установками, оснащенными рукавными фильтрами с импульсной обратной продувкой типа ФРИ-60, ФРИ-90 и гидродинамическими пылеулавливателями типа ГДП-М.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы XXIII съезда Коммунистической партии Советского Союза. - М.: Политиздат, 1986. - С.293.
2. Котов М.И., Клаусон В.Р., Эвинг П.В. Направления технического прогресса в производстве автоклавных материалов// Строительные материалы. - 1985. - № 12. - С.4-6.
3. Филиппович Н.И. Ускорить темпы научно-технического прогресса в промышленности строительных материалов// Строительные материалы. - 1984. - № 2. - С.2-4.
4. Монастырев А.В. Производство извести. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - С.192.
5. Монастырев А.В. Производство извести. - М.: Стройиздат, 1972. - С.29-47, 196-198.
6. Монастырев А.В., Александров А.В. Печи для производства извести: Справочник. - М.: Металлургия, 1979. - С.5-19.
7. Pleva M. Tendence rozvaje výroby vápna v ČSSR // Stavivo.-1975.-№2.-S.2-3 (ЧССР).
8. Tuček A. Problemy technického rozvoje ve výrobě vápna a vapencu // Stavivo.-1975.-№2.-S.4-5 (ЧССР).
9. Tuček A. Směry technického rozvoje va strojním výbavě výpenek // Stavivo.-1980.-№4.-S.159-160 (ЧССР).
10. Бойnton Р.С. Химия и технология извести. Сокр.пер., с англ. - М.: Стройиздат, 1972. - 239 с.
11. Chemical Lime beaste output in Texas plant // Pit and Quarry.-1980.-№11.-P.96-98 (США).
12. US.Gypsum announces major expansion of New Braunfels Tex. Lime plant // Pit and Quarry.-1980.-№4.-P.17 (США).

13. Токоро Сёва 53 наан но саккай дэюэ доко//Gypsum and Lime.- 1979. - № 162. - P.206-212 (Япония).

14. R e m m e r K. Rauchgas-Entschwefelungsanlagen nach Gips-gewinnungs-prozess für Kraftwerke und Stahlwerke // Tonindustrie-Zeitung.- 1982.-№4.-S.258-261 (ФРГ).

15. Deutschland Kalk- und Dolomitindustrie // Steinbruch und Sandgrube.-1984.-№10.-S.494 (ФРГ).

16. Сергеякина Е.М. Производство гидратной извести за рубежом// Пром-сть строит.материалов. (Сер.19. Промышленность сборного железобетона и стеновых материалов/ ВНИИЭСМ. - М., 1985. - Вып.II.- С.7-10.

17. Веске H. Zum Temperaturverlauf in einer kontinuirlich arbeitenden Aufbereitungsanlage für Kalkmilch // Zement-Kalk-Gips.- 1981.-№2.-S.103-106 (ФРГ).

18. Визгальников М.С., Мерзляков В.М., Монастырев А.В. Производство сухой гидратной извести на механизированной технологической линии// Пром-сть строит.материалов. Сер.8. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих/ ВНИИЭСМ. - М., 1986. - Вып.8. - С.14-19.

19. Монастырев А.В. Производство извести. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1978. - С.209-214.

20. А.с.933647 СССР, МКИ³ С04 в I/08. Устройство для гашения извести/ В.П.Мизяк и др. (СССР)// Открытия. Изобретения. - 1982. - № 21. - С.103.

21. А.с.311877 СССР, МКИ³ С04 в I/06. Устройство для гашения извести/ В.И.Быстров и др. (СССР) //Открытия. Изобретения. - 1981. - № 25. - С.91.

22. А.с.422699 СССР, МКИ³ С04 в I/08. Установка для гашения извести/ И.Б.Монастырский-Вайнер (СССР) //Открытия. Изобретения. - 1974. - № 13. - С.87.

23. T s c h i r p l e H. Verfahrenstechnische Untersuchungen zum kombinierten Löschnen und Mahlen von Branntkalk // Baustoffindustrie.- 1971.-№11.-S.381-383 (ГДР).

24. Strárepov P., Mikula A. Kombinat Zahorie // Stavivo.-1981.-Roc.59.-№6.-S.234-237 (ЧССР).

25. Mikula A. Progresivne spôby výroby vápna vo výpenke a Crombasek a v kombinate Záhrie //Stavivo.-1982.-Roc.60.-№3.- S.100-102 (ЧССР).

26. Sandy Herod. Western Lime... Cement starts new chapter in its growth record // Pit and Quarry.-1985.-№12.-P.41-43 (США).

27. Brzakowicz P. Prilog proučavanju problema hidratacije kreća pod pritiskom // Hemija Industrija.-1973.-№2.-S.349-355 (СФРЮ).
28. Das corson-Druck-Hydrat-Verfahren zum Lösen von Weiss- und Dolomitkalk // Zement-Kalk-Gips.-1974.-№8.-S.403-404 (ФРГ).
29. Blaha I., Jedlicka I. Hydratace dolomitického vapna // Stavivo.-1975.-№5.-S.10-13 (ЧССР).
30. Tušek A. Vapenka Wellen // Stavivo.-1977.-№8.-S.13-14 (ЧССР).
31. Schmidt M., Eckardt W. Neue Kalkwerksanlage für Weisskalkhydrat im Zementwerk Benghazi/Libyen // Zement-Kalk-Gips.-1981.-№7.-S.365-369 (ФРГ).
32. Nouveau dispositif de rinçage simplifiant le nettoyage des hydrateurs de chaux // Ciments, bétons, plâtres, chaux.-1982.-№3.-P.177 (Франция).
33. Pfeiffer-Dreistufige-Kalklöschmaschinen weithin erfolgreich. Aus der Industrie // Zement-Kalk-Gips.-1983.-№9.-S.536 (ФРГ).
34. Lift truck handle hydrated Lime // Quarry Management and Products.-1980.-№2.-P.56 (Великобритания).
35. Packaged Lime-slaking system // Cement, Lime and Gravel.-1971.-№12.-P.309 (Великобритания).
36. Скворцов А.В., Маслиновский А.С. Производство известково-полимерной пасты// Пром-стъ строит.материалов. Сер.8. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих/ ВНИИЭСМ.-М., 1975. - Вып.12. - С.13-15.
37. Шахов В.Ф., Бородулин В.П. Освоение участка гашения извести на Куйбышевском металлургическом заводе им.В.И.Ленина// Пром-стъ строит.материалов. Сер.8. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих/ ВНИИЭСМ. - М., 1983. - Вып.II. - С.17-20.
38. Деникин З.А., Соловьев О.З. Ротационная жидкостная мельница РЕМ-5: Проспект. - Воронеж: Воронежский инженерно-строительный институт, машический завод № 8. - 1972. - 4 с.
39. Деникин З.А. Новая технология гашения извести// Пром-стъ строит.материалов. Сер.8. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих/ ВНИИЭСМ. - М., 1976. - Вып.10. - С.13-14.
40. А.с.634781 СССР, МКТ³ В02 с 13/04. Молотковая дробилка для одновременного дробления и гашения комовой извести/ З.А.Дегтярин (СССР)// Открытия. Изобретения. - 1978. - № 44. - С.21.

41. Деникин З.А. и др. Внедрение новой технологии безог-ходного гашения извести// Стр-во и архитектура Узбекистана. - Ташкент.-1980. - № 4. - С.34-36.

42. Окулист И.М., Мор Е.Г. Дифференциальный взбалтива-тель известкового молока// Строительные материалы. - 1970. - № 12. - С.15-16.

43. А.с.677939 СССР, МКИ³ С04 в I/08. Устройство для дозирования известковых суспензий/ З.А.Деникин и др. (СССР)//Открытия. Изобретения.-1979. - № 29. - С.62.

О ГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	I
Общие сведения о гидратной извести.....	2
Виды гидратной извести.....	2
Применение гидратной извести.....	2
Основные технические требования к гидратной извести.....	4
Термохимический процесс гидратации извести.....	4
Производство сухой гидратной извести.....	8
Производство сухой гидратной извести в СССР.....	8
Производство сухой гидратной извести за рубежом.....	13
Производство известкового теста и молока.....	26
Приготовление известкового теста.....	26
Приготовление известкового молока.....	36
Выводы.....	48
Список литературы.....	50

Редактор В.А.Ованесова

Технический редактор О.А.Луккина

Корректор Т.И.Янина

Подп. к печ. 26.02.87 Л-80139 Формат 60x84¹/16
Объем 3,25 п.л. Усл.п.л. 3,02 Уч.-изд.л. 3,6
Усл.кр.отт. 16192 Тираж 1030 экз. Заказ 81

ВНИИЭСМ Министерства промышленности строительных материалов СССР
125171, Москва, Ленинградское шоссе, 16. Тел. 450-48-38
Ротапrint ВНИИЭСМа, 107078, Москва, Орликов пер., 10. Тел. 204-83-89