

удк

А.Б. ЛИПИЛИН, генеральный директор, Н.В. КОРЕНЮГИНА, главный технолог  
Завод «ТЕХПРИБОР» (301247, Тульская обл., г. Щекино, ул. Пирогова, 43)

## Дезинтегратор мокрого помола в производстве неавтоклавного пенобетона

Предложена технология повышения качества сырьевых компонентов для производства неавтоклавного пенобетона. Перечислены основные эффекты подготовки сырьевых компонентов, дано описание и принцип действия оборудования для их подготовки. Приведены результаты лабораторных исследований влияния оптимизации сырьевых компонентов путем их совместного мокрого помола.

**Ключевые слова:** высокопрочный ячеистый бетон, пенобетон, дезинтегратор, сырьевые материалы, мокрый помол.

A.B. LIPILIN, General manager, N.V. KORENYUGINA, Chief Technologist  
«TEHPRIBOR» Plant (43, Pirogova Street, Schekino, 301247, Tula Region, Russian Federation)

### Дезинтегратор мокрого помола в производстве неавтоклавного пенобетона

Предложена технология повышения качества сырьевых компонентов для производства неавтоклавного пенобетона. Перечислены основные эффекты подготовки сырьевых компонентов, дано описание и принцип действия оборудования для их подготовки. Приведены результаты лабораторных исследований влияния оптимизации сырьевых компонентов путем их совместного мокрого помола.

**Keywords:** высокопрочный ячеистый бетон, пенобетон, дезинтегратор, сырьевые материалы, мокрый помол.

В настоящее время изделия из ячеистого бетона нашли широкое применение в конструктивных системах гражданского и промышленного строительства. Низкая плотность и высокие теплоизолирующие свойства этих материалов позволяют возводить облегченные ограждающие конструкции с требуемым термическим сопротивлением, а легкодоступные сырьевые компоненты (песок, известь и цемент), способствует развитию производства ячеистых бетонов. Однако далеко не все производители ячеистых бетонов могут похвастаться хорошим качеством продукции. Для достижения высоких физико-механических показателей и долговечности изделий нужно не только грамотно подобрать состав сырьевых компонентов, но и обеспечить необходимое их качество. Усредненные требования к качеству сырья: удельная поверхность цемента должна быть не менее  $3000 \text{ см}^2/\text{г}$ , а кремнеземистый компонент, к мерлу, песок, должен быть чистым, с минимальным содержанием пылевидных и глинистых частиц с предельным размером зерна не более 1 мм [1]. Для организации технологического процесса изготовления ячеистобетонных изделий высоких физико-механических показателей необходимо повысить усредненные данные, предусмотрев подготовку сырьевых компонентов.

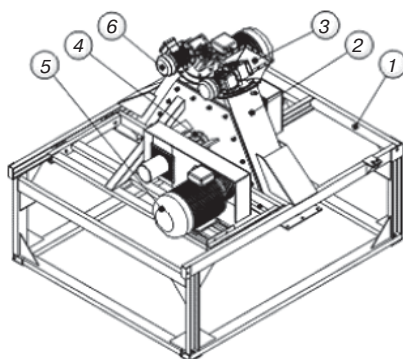
Подготовка сырьевых компонентов предполагает совместный помол вяжущего и кремнеземистого компонента, причем для облегчения процесса диспергирования, рациональнее применять оборудование мокрого помола. При мокром помоле ярко выражен эффект понижения прочности твердых тел под влиянием физической сорбции на их поверхности активных веществ (вода, ПАВ и др.), обнаруженный П.А. Ребиндером [2]. Понижение предела упругости, прочности достигается за счет миграции активного вещества вглубь по вновь образованным при измельчении микротрещинам и оказанию на них раскливающего действия. Таким образом, мокрый помол в технологии ячеистого бетона не только облегчает диспергирование сырьевых компонентов, тем

самым снижает затраты на помол, но и позволяет использовать сырье естественной влажности.

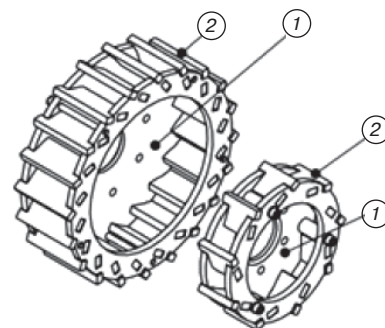
Основные эффекты подготовки сырьевых компонентов, которые можно достичь в производстве ячеистого бетона:

- уменьшить расход цемента до 30%, без ухудшения качества готовых изделий;
- повысить подвижность, уменьшить расслаиваемость, другими словами улучшить реологические свойства ячеистобетонных смесей, что позволяет расширить методы формования и транспортировки готовой смеси;
- ускорить твердение пенобетонных смесей без перерасхода цемента, а значит увеличить оборачиваемость кассетных форм.

Совместный помол вяжущего и кремнеземистого компонента может быть выполнен с помощью дезинтеграторов мокрого помола, производства завода «ТЕХПРИБОР». Оригинальный дезинтегратор мокрого помола «ГОРИЗОНТ-3000 МК-ВА»<sup>®</sup> (рис. 1) создан по классической схеме построения измельчителей ударного действия с горизонтальным расположением приводных валов. Роторы-корзины дезинтегратора приводятся во вращение от индивидуальных электродвигателей, что позволяет получить высокую скорость соударения



**Рис. 1.** Дезинтегратор мокрого помола «ГОРИЗОНТ-3000 МК-ВА»<sup>®</sup>: 1 – рама-основание; 2 – разъемный корпус; 3 – загрузочный патрубок; 4 – подшипниковый узел привода роторов-импеллеров; 5 – электродвигатель; 6 – устройство очистки камеры помола с индивидуальным приводом



**Рис. 2.** Центральная часть малого ротора-импеллера: 1 – диски с наклонными пазами; 2 – сменные ударные элементы – износостойкие лопасти

Состав цементно-песчаного раствора	Предел прочности при сжатии, МПа
Портландцемент ПЦ 400 Д20/песок в соотношении 1:0,75 – контрольный состав	19,8
Портландцемент ПЦ 400 Д20/песок в соотношении 1:0,75 – гидроактивированный состав	23,5
Портландцемент ПЦ 400 Д20/песок в соотношении 1:1 – гидроактивированный состав	25,9

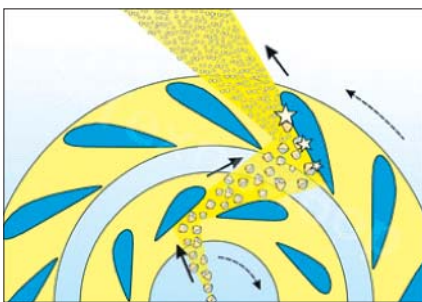


Рис. 3. «Z»-схема движения частиц измельчаемых материалов



Рис. 4. Внедренный на предприятие по производству неавтоклавного пенобетона дезинтегратор «ГОРИЗОНТ-3000 МК-ВА» (Новгородская обл.)

частиц без чрезмерного увеличения частоты вращения каждого ротора.

Совместный помол вяжущего и кремнеземистого компонента в дезинтеграторе мокрого помола происходит на заранее подготовленном, в соответствии с установленной рецептурой, цементно-песчаном растворе.

Готовый цементно-песчаный раствор из растворонасоса, через загрузочный патрубок дезинтегратора подается к центральной части малого ротора-импеллера. Ротора-импеллеры (рис. 2), основные рабочие органы дезинтегратора, представляют собой диски с наклонными пазами 1, в которые устанавливаются сменные ударные элементы – износостойкие лопасти 2. Наклонные пазы на поверхности дисков расположены по concentрическим окружностям, таким образом, чтобы один ряд ударных элементов входил внутрь другого. Такая конструкция роторов-импеллеров обеспечивает эффективный разгон частиц измельчаемого материала лопастями малого импеллера и производит их выброс в направлении лопастей большого импеллера, движущихся во встречном направлении. Получив удар, частицы разрушаются, в виде узконаправленных потоков сходят с поверхности лопастей большого ротора-импеллера и выбрасываются в пространство камеры помола (рис. 3).

Использование «Z»-схемы движения частиц измельчаемых материалов позволяет увеличить размольную мощность дезинтегратора, повысить его производительность, уменьшить абразивный износ рабочих органов.

В целом, совместный помол цемента и песка в заранее подготовленной растворной смеси способствует ускорению процессов гидролиза и гидратации с образованием хорошо пластифицированной пасты, пригодной для изготовления быстротвердеющей ячеистобетонной смеси заданной плотности без перерасхода цемента.

В частности, тонкий помол вяжущего позволяет более полно использовать потенциал клинкера, который зачастую остается не реализованным из-за неоптимального гранулометрического состава рядового цемента. Помол песка в свою очередь, улучшает его гранулометрию, путем разрушения крупных частиц, непригодных для создания прочного межпорового скелета, а так же увеличивает реакционную поверхность зерен.

В лабораторных условиях были проведены несколько экспериментов на дезинтеграторе мокрого помола «ГОРИЗОНТ-3000 МК-ВА» по помолу заранее подготовленного цементно-песчаного раствора с различным Ц/П отношением. Расход воды подбирался в количестве, обеспечивающем одинаковую текучесть растворов по Суттарду. Предел прочности при сжатии раствора в возрасте 3 сут определен на образцах-кубах и представлен в таблице.

Наблюдаемый процесс нарастания прочности связан с углубленной гидратацией цемента, снижением пористости цементного камня и образованием новых поверхностей, обеспечивающих упрочнение зоны контактов между цементными зернами и заполнителем. Обработка подготовленного раствора с соотношением 1:0,75 на дезинтеграторе «ГОРИЗОНТ 3000 МК-ВА» (мокрый помол) интенсифицировала процессы твердения в цементе вследствие возрастания реакционной поверхности его частиц, ускорило химическое взаимодействие между твер-

дыми реагентами. Увеличение прочности цементно-песчаного раствора, прошедшего помол на дезинтеграторе «ГОРИЗОНТ 3000 МК-ВА», служит наглядным подтверждением высокой степени насыщения цементного камня заполнителем, повышения плотности структуры.

Полученные лабораторные результаты эффективно-го мокрого помола цементно-песчаного раствора, способствовали организации промышленных испытаний дезинтегратора «ГОРИЗОНТ-3000 МК-ВА» на действующих предприятиях производства неавтоклавного пенобетона в Новгородской области (рис. 4).

Дезинтегратор устанавливался в линии подготовки сырьевых компонентов пенобетонной смеси. Предварительно подготовленная цементно-песчаная смесь посредством растворонасоса подавалась в помольную камеру дезинтегратора, где происходил совместный помол с одновременной гомогенизацией получаемой массы. Продукт помола (пластифицированная паста) посредством растворонасоса по гибким рукавам подавался в поризатор, где в непрерывном режиме происходило формирование ячеистой структуры материала.

Внедрение операции мокрого помола цементно-песчаного раствора способствовало получению конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона с значительной (до 19%) экономией цемента, без ухудшения требуемых характеристик готовых изделий.

#### Список литературы

1. Сажнев Н.П., Гончарик В.Н., Гарнашевич Г.С., Соколовский Л.В. Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика. Мн.: Стринко, 1999. 284 с.
2. Попов Н.А., Орендликер Л.П., Дерюгин В.М. Быстротвердеющие легкие бетоны на цементе мокрого помола. М.: Госстройиздат, 1963. 148 с.
3. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. Москва, 1972. 240 с.

#### References

1. Sazhnev N.P., Goncharik V.N., Garnashevich G.S., Sokolovskii L.V. Proizvodstvo yacheistobetonnykh izdelii: teoriya i praktika [The production of cellular concrete products: theory and practice]. Minsk: Strinko, 1999. 284 p.
2. Popov N.A., Orentlikher L.P., Deryugin V.M. Bystrotverdeyushchie legkie betony na tsemente mokrogo pomola [Rapid-lightweight concrete on the cement wet grinding]. Moscow: Gosstroizdat, 1963. 148 p.
3. Khodakov G.S. Tonkoe izmel'chenie stroitel'nykh materialov [Fine grinding of construction materials]. Moscow: 1972. 240 p.