



Пенобетон — это легкий вспененный цементно-песчаный раствор, в котором техническая пена обеспечивает необходимое содержание воздуха и его равномерное распределение по всей массе материала в виде замкнутых ячеек. Основное отличие пенобетона от других строительных материалов — это высокие теплоизоляционные качества. По своим характеристикам и потребительским свойствам пенобетон наиболее близок к дереву, так же «дышит», просто обрабатывается, легкий, но не подвержен гниению и старению, негорюч, обладает высокой противопожарной стойкостью.

Акустические свойства пенобетона такие, что звук поглощается, не отражаясь, в отличие от тяжелого бетона и кирпича. Особенно хорошо пенобетоном поглощаются низкие шумовые частоты. Поэтому он часто используется как звукоизолирующий слой на плитах конструкционного бетона, чтобы ограничить шумовое пропускание перекрытий в многоэтажных зданиях. Материал очень технологичен при укладке стяжек и оснований под теплые полы, а при утеплении чердаков монолитом из сверхлегкого пенобетона, благодаря долговечности и исключению конвекционных потерь, он вне конкуренции.

Пенобетон можно использовать и как лицевой материал. Высокая морозостойкость (F50) объясняется

его мелкопористой структурой, обеспечивающей резервный объем для миграции воды при ее замерзании. Но чем легче и теплее пенобетон, тем сложнее добиться высоких прочностных характеристик, а при плотностях менее 250 кг/м³ (сверхлегкий пенобетон) получить качественный материал на стандартном оборудовании невозможно. Требуются специализированные установки и уникальные технологии.

Последние разработки в области производства пенобетона различных марок от D100 до D1500 были представлены на 18-й Международной специализированной выставке «Стройтех '2010», проходившей со 2 по 5 февраля в КВЦ «Сокольники». ООО «Теплосбережение» (г. Пятигорск, Ставропольский край) — одно из немногих российских предприятий, освоивших его выпуск, в т. ч. и мобильными мини-установками собственного производства. Среди уникальных технологий — применяемые в каркасном домостроении самонесущие ограждающие конструкции (несъемная опалубка из лицевого кирпича и влагостойкого гипсокартона с заливкой сверхлегкого пенобетона). Выполняется также закачивание под давлением сверхлегкого пенобетона в воздушные прослойки зданий с лицевой стороны (организация «термоса»), утепление чердачных помещений монолитом сверхлег-

кого бетона. В числе реализуемых предприятием традиционных технологий можно отметить:

- заливку стяжек подвалов и первого этажа с теплоизоляцией от земли толщиной 10–15 см;
- заливку теплоизолирующих отмосток (10–15 см), реально увеличивающих морозостойкость фундаментов;
- формирование тепловозвукоизолирующих стяжек по межэтажным перекрытиям толщиной 5–10 см, в т. ч. и под теплые полы, с возможностью укладки по ним половой плитки, паркета, линолеума, наливных полов;
- формирование тепловозвукоизолирующих стяжек по плоским эксплуатируемым кровлям 15–20 см;
- заливку пенобетона в опалубки, включая несъемные (например, из кирпича), при возведении стен.

Послойная поризация: технология и оборудование

Высокоскоростной смеситель послойной поризации (ВСПП, в дальнейшем — поризатор) предназначен для получения пеноматериалов методом ускоренного неразрушающего усреднения исходного раствора с технической пеной. На одном шасси с ним устанавливаются динамический пеногенератор и пульт управления. Работает поризатор

следующим образом: под давлением к нему подводятся исходный цементно-песчаный (либо другой) раствор, водный раствор пенообразователя и сжатый воздух. Через выходной рукав также под давлением выходит готовый пеноматериал.

Отметим основные особенности поризационной технологии производства пеноматериалов. Во-первых, пенобетон изготавливается непосредственно у места заливки, т. е. исключено его разрушение (уплотнение, расслоение и пр.) в бункерах, насосах и длинных рукавах подачи. При этом процессы приготовления исходного раствора и его поризация разнесены во времени и в пространстве. Происходит более качественная гидратация вяжущего, отсутствуют даже следы пенообразователя в исходном растворе. Молекулы пенообразователя не разделяют зерна песка и цементный гель. Кроме того, легко осуществляется двухстадийный ввод пены и получение многомодальной структуры пеноматериалов.

Активное перемешивание пены с исходным раствором продолжается в течение 2–6 с (в зависимости от производительности) в турбулентных потоках. При этом разрушение структуры — минимальное даже на высокочастотных пенах, густых растворах и в присутствии материалов с пеногасящими свойствами. Исходный раствор через несколько минут после приготовления вновь перемешивается шнеком героторного насоса, а затем активатором поризатора. В результате возникает эффект «омолаживания», благотворно влияющий на его свойства.

Интересно, что только на поризаторах возможно получение сверхлегких пеноматериалов в промышленных масштабах с повышенными прочностными характеристиками. Кроме того, при их применении в несколько раз возрастает общая производительность установки с использованием одних и тех же смесителей и насосов, т. к. сокращается время приготовления и перекачивания раствора без пены. К примеру, на плотности D600 производительность пори-



Высокоскоростной смеситель
послойной поризации

затора в 3 раза выше. А если героторный насос еще и ускорить, повысить производительность подачи раствора (что не очень-то приветствуется при перекачивании готового пенобетона) — то и больше...

Небольшие размеры и малый вес позволяют работать с поризатором даже на тесных чердаках с узким лазом. В то же время он органично вписывается в любое блочное производство, легко передвигается по цеху. Дистанционное управление героторным насосом и встроенный динамический пеногенератор позволяют мгновенно изменять плотность получаемого материала.

Более того, резко уменьшается процент брака при возникновении нештатной ситуации. А что делать, если пенобетон в бароустановке «не так поднялся», или, говоря классически, его «недопенили»? Вернуть



Структура пенобетона

опять в смеситель и «допениль»? В поризационной технологии идеально сочетаются преимущества циклического приготовления исходного раствора с непрерывным процессом его поризации. Непрерывное производство обеспечивает устойчивость процесса, его управляемость и очень высокую производительность. Циклические замесы исходного раствора легко контролируются как по его выходным характеристикам, так и по входным количественным и качественным параметрам сырья. Все решения по накопителям, питателям и дозаторам, применяемые в автоматизированных растворобетонных установках (РБУ), без доработок и адаптации легко внедряются в поризационные технологии.

Перечислим основные отличия высокоскоростного смесителя послойной поризации от других моделей поризаторов. Прежде всего, оригинальное смесительное устройство ВСПП осуществляет не просто традиционное усреднение пены с раствором, а именно его послойную поризацию. На жидких растворах это может быть и не принципиально, но чем гуще раствор, тем тяжелее его распределить (при низких плотностях) по поверхности пены. Кроме того, ВСПП в состоянии работать с растворами с предельно низкими значениями водоцементного отношения. Это позволило решить проблему с высоким водоотделением в производстве бетонов пониженной плотности, где количество воды в пене соизмеримо с количеством воды затворения исходного раствора.

В свою очередь, малое разрушающее воздействие смесителя ВСПП на пену позволяет работать на высокочастотных пенах с малым содержанием воды. В совокупности общее количество воды на 1 м³ пенобетона плотности D200 удалось снизить со 140 до 72 л, т. е. почти в 2 раза! Таким образом, уже на первые сутки D200 имеет остаточную влажность в размере 15%. Водоотделения (как и расслоения) не наблюдается.

В модели ВСПП применен высококачественный выносной динамический пеногенератор серии ДПГ. Пространственное разделение процессов пеногенерации и поризации позволяет избежать проникновения пенобетона или исходного раствора в систему генерации пены, а избыточное давление ее подачи в поризатор стабилизирует процесс усреднения и исключает скачки плотности готового пеноматериала. Выходной шланг поризатора можно поднимать на высоту 5–7 м без изменения режимов его первоначальной настройки, можно закачивать пенобетон под давлением, не опасаясь получить на выходе вместо желанных Д200 неожиданные Д700.

Конструкция ВСПП очень проста и позволяет произвести сборку-разборку за считанные минуты непосредственно в цехе или на объекте заливки. Но обычно в рабочем режиме этого не требуется — там просто нечему ломаться. Хотя на бункере героторного насоса установлена защитная сетка, поризатор адаптирован к присутствию в исходном растворе инородных включений диаметром до 10 мм. На пульте управления ВСПП выведены все регулировки героторного насоса и насоса подачи раствора пенообразователя, с него же производятся все настройки пеногенерации. Оператор полностью контролирует весь производственный процесс.

В ходе многолетней работы над конструкцией поризатора удалось адаптировать его к производству пенобетонов и родственных пеноматериалов (пеногипса, пеногипсобетона, пеноглинобетона, пенокерамики и др.) всех востребованных плотностей от Д1000 до Д50. Разработана и внедрена уникальная защита подшипникового узла и сальников от абразивных материалов.

ВСПП способен работать с производительностью от 3 до 25 м³/ч (в час, а не в смену!), подстраиваясь под потребности реального производства. В отличие от других поризаторов, процесс его настройки на заданные характеристики пены и готового пеноматериала занимает



Марки пенобетона по плотности

считанные секунды. Не нужно ждать минутами, пока процесс «устойится» и стабилизируется, выкачивая за это время многие кубометры пены и пенобетона на свалку.

Приготовление исходного раствора

Турбовибросмесители серии ТВС предназначены для ускоренного качественного приготовления исходного раствора (а в моделях установок МПБУ-6 и МПБУ-20у — и для усреднения раствора с пеной, поступающей из пеногенератора). В процессе замешивания разные слои турбулентных потоков движутся с различными скоростями, при этом песчинки перетирают друг друга и зерна цемента. В начале замеса активно разрушаются комки инертного материала и цемента, смесь усредняется. Далее возникает эффект «бисерной мельницы», дезинтегрируются цементные глобулы и активируются поверхности зерен инертного материала. Вода затворения получает доступ ко всей поверхности вяжущего, происходит его углубленная гидратация.

При дальнейшем замешивании в режиме турбовибрации количество

цементного геля за счет «обдиранья» цементных зерен заметно возрастает, что позволяет производить пенобетон и другие материалы с экономией вяжущего. Режим вибровоздействия создает эффект псевдооживленного слоя, позволяющий снизить водоцементное отношение исходного раствора без ухудшения результатов активации смеси.

При использовании ТВС в поризационной технологии производства пеноматериалов на установках МПБУ-15сл и МПБУ-20у готовый раствор выгружается в бункер героторного насоса, откуда под давлением поступает в поризатор. В моделях МПБУ-6 и МПБУ-20у усреднение раствора с пеной происходит непосредственно в смесителе ТВС, для чего последний оснащается устройством принудительного ввода пены. При этом скоростные динамические процессы турбулентности обеспечивают высокую однородность распределения (усреднения) пены в исходном растворе с ее минимальным разрушением.

Управление пеногенератором выведено на общий пульт смесителя, что позволяет упростить работу оператора установки. Загрузочный люк



Пенобетон на стройплощадке

смесителей ТВС оснащен защитной сеткой и вспарывателем мешков. Подача компонентов осуществляется вручную, однако нет никаких препятствий к установке автоматизированных дозаторов и питателей. В моделях МПБУ-15 и МПБУ-25 применены смесители со встроенными кавитаторами.

Генерация пены

В *трехступенчатом турбулентном пеногенераторе ПГП-37* наиболее полно решены вопросы качественного пенообразования с помощью ряда технических решений. Процесс генерации пены разбит на три этапа: запенивание, предвспенивание и окончательная пеногенерация. Каждый этап реализует отдельная ступень пеногенератора, предназначенная именно для него, что в совокупности обеспечивает очень высокое качество пенообразования, обычно характерное только для динамических процессов. Конструкция и принципы работы ПГП-37 защищены патентами РФ.

Пеногенераторы комплектуются контрольным и рабочими шлангами

выхода пены, насосом и шлангом подачи пенообразователя, паспортном изделии с технологией генерации технической пены. Для осуществления автоматизированной подачи пены или дистанционного управления пеногенератором возможна установка системы электромагнитных и обратных клапанов. ПГП-37 обеспечивает:

- получение стабильной однородной мелкодисперсной пены;
- совместимость со всеми типами растворобетоносмесителей (рекомендуется их несложная модернизация);
- возможность работы в непрерывном режиме получения пены;
- регулируемые кратность пены и производительность;
- использование любых пенообразователей, в т. ч. протеиновых;
- закрытые поры получаемого пенобетона (легкий пенобетон плавает месяцами);
- использование в близких пенотехнологиях (производство пеногипса, пеногипсобетона, пеносиликатов, вспененной глины и других материалов);

- возможность получения пенобетонов Д300, Д200, Д100 и менее.

К достоинствам таких установок следует отнести простоту, надежность и легкость обслуживания, высокую проходимость в режиме пеногенерации, мобильность и малый вес. ПГП-37, изготовленные в нержавеющей исполнении, питаются от бытовой электросети и оснащены стандартными комплектующими, что обеспечивает минимальные затраты на возможный ремонт. Кроме того, в них отсутствуют электроника и ресивер для пенообразователя. Плюсом является и невысокая стоимость этих пеногенераторов по сравнению с аналогичными устройствами. При поставках оборудования осуществляется его предпродажная подготовка и настройка, а также контрольный прогон.

Этот тип пеногенераторов средней мощности рекомендован, прежде всего, для крупных строительных фирм, у которых время от времени возникает потребность в применении пенобетонов различной плотности. Могут его использовать и малые предприятия, специализирующиеся на выпуске пенобетона и его внедрении в строительство. Подойдет такое оборудование и начинающим, но достаточно обеспеченным производителям стройматериалов, предпочитающим готовое изделие длительным поискам и технологическим разработкам.

Трехступенчатый динамический пеногенератор ДПГ создан специально для работы в составе динамического поризатора. Его управление аналогично управлению ПГП-37, запениватель и предвспениватель стандартные. На третьем этапе пенообразования используется динамический пеногенератор на вращающихся элементах, обеспечивающий высокое качество генерации пены при наличии подпора со стороны ее выхода. Последнее характерно для работы поризатора при низких значениях водоцементного отношения исходного раствора или высокой плотности готового пенобетона.

Динамический пеногенератор адаптирован для длительной стабильной работы в режиме непрерывного процесса, характерного для технологий поризации. Предусмотрена возможность отбора контрольных образцов готовой пены на его выходе без остановки работы поризатора.

Пенобетонные установки

Профессиональные мобильно-стационарные установки МПБУ-15, МПБУ-25 и МПБУ-мини предназначены для производства пеноматериалов плотностью Д100–Д1400 в мобильных и стационарных условиях. Состоят они из стойки электроуправления, динамического пеногенератора с компрессором, турбовибросмесителей емкостью 100–150 л, накопительного бункера, пульта дистанционного управления, поризатора ВСПП, управляемого героторного насоса и рукавов подачи исходного раствора и пенобетона. Основные технические характеристики оборудования приведены в табл. 1.

Большинство производителей пенобетона рано или поздно исследуют возможности своих установок в пограничных режимах работы. И если получение тяжелых пенобетонов обычно не вызывает никаких трудностей, то при работе в диапазоне малых плотностей, начиная с Д250 и менее, оказывается, что традиционные технологии производства не дают результата. Или пенобетон падает, или «закипает», или, в лучшем случае, сохраняет объем и плотность, но рассыпается в руках. Несколько лет настойчивых экспериментов позволили выйти на создание установки, производящей пенобетон во всей шкале плотностей и работающей в экстремальных (по качеству сырья, например) условиях и даже в мобильном режиме.

Сборка комплекса и подготовка к работе занимают 20–30 мин. Установки в состоянии производить все родственные материалы (пенобетон, пеноцемент, вспененную глину, пеносиликаты, пеногипсы, пеногипсобетоны и др.).

Профессиональная мобильная пенобетонная установка повышенной производительности МПБУ-6 — новинка на рынке производства пенобетона. Установка предназначена для выпуска пенобетонов плотности Д400–Д1400 в мобильных и стационарных условиях по технологиям принудительного ввода пены. МПБУ-6 состоит из пеногенератора ПГП-37 с компрессором, двух турбовибросмесителей ТВС, пульта управления, героторного насоса с накопительным бункером и рукавов подачи пенобетона.

К основным особенностям установки относится, во-первых, ее способность работать на низком водоцементном отношении, с инертными пеногасителями, а также на пенах высокой кратности, в т. ч. протеиновых. Кроме того, возможна углубленная гидратация цемента и турбовиброактивация материала. Наконец, с помощью такой установки можно получать многомодальную структуру пенобетона, а также родственные пеноматериалы: пеногипс, пеноглинобетон, пенокерамику, пеносиликаты и др.

В МПБУ-6 достаточно полно совмещены достоинства стационарных и мобильных установок. Высокая производительность, управляемость процесса и надежность сочетаются с небольшими размерами и весом, легкостью монтажа, удобством погрузки и транспортировки. Использование стандартных устройств и узлов упрощает возможный ремонт и позволяет по первому желанию в

несколько раз увеличить объемы выпуска продукции, просто наращивая количество агрегатов.

Для удобства работы оператора все регулировки и переключения сведены в единый пульт. МПБУ-6 прекрасно совмещается с любыми видами дозаторов и механизмами подачи сырья, в то же время для максимального удобства обслуживающего персонала отработан режим ручной загрузки. Установка предельно проста и неприхотлива в работе, максимально адаптирована к условиям реального российского производства и стройки. Для загрузки сырья не нужно ничего откручивать, расклинивать и т. д. Не требуется даже предварительного просева песка от крупных посторонних включений (кто сталкивался с этой проблемой на площадке после дождя, тот оценит).

Благодаря цикличности работы смесителей технология приготовления пенобетона в МПБУ-6 легко контролируется. Можно наблюдать за качеством каждой порции пенобетона и оперативно вмешиваться в процесс. В то же время удалось избавиться от главного недостатка циклических устройств — длительных пауз между замесами. Например, для большинства лопастных смесителей и ПБУ на их основе характерно противоречие: чем больше производительность, тем больше объем смесителя, тем значительнее пауза между замесами и меньше производительность. Чтобы избежать этого, на большие смесители приходится

Характеристики установок по производству пеноматериалов

Таблица 1

| Показатель | МПБУ-15 | МПБУ-25 | МПБ-мини |
|---|----------|---------|----------|
| Производительность по пенобетону Д600, м ³ /ч | 7–9 | 15–18 | 2–3 |
| Производительность по пенобетону Д150, м ³ /ч | 15–20 | 25–30 | 6–8 |
| Объем рабочей емкости смесителя, л | 150 | 150+150 | 80–100 |
| Модель встроенного пеногенератора | ДПГ | ДПГ+ | ПГП-мини |
| Производительность компрессора, л/мин. | 400 | 530 | 180 |
| Рабочее давление воздуха пеногенератора, атм | 5 | 6 | 5 |
| Напряжение питания, В | 380 | 380 | 220 |
| Диапазон рабочих плотностей пенобетона, кг/м ³ | 100–1400 | | |
| Потребляемая мощность, кВт | 10–150 | 12–18 | 3–4 |

ставить по два-три пеногенератора, использовать мощный насос и стационарный компрессор. Кроме того, необходимо либо принимать меры по дополнительной стабилизации пены, либо регулярно промывать рукава подачи пенобетона при эпизодической работе более мощного насоса.

При разработке МПБУ-6 это противоречие удалось разрешить. Принцип работы установки основан на ускоренном усреднении пенобетона в смесителях малого объема, во время которого пена, поступающая в смеситель, усваивается быстро и почти без разрушения. Такое техническое решение позволяет работать на пеногенераторах средней мощности с использованием маломощных компрессоров и обычных героторных насосов. Готовый пенобетон малыми порциями поступает в небольшой накопительный бункер и тут же подается насосом к месту заливки, избегая длительного застоя. Это благотворно сказывается на стабильности пены и позволяет отказаться от частого промывания рукавов, что особенно актуально при подаче пенобетона на этажи или в условиях чистого производства.

При хорошо отлаженной работе бригады производительность МПБУ-6 определяется в основном мощностью насоса, который работает в режиме, близком к непрерывному, выводя производительность мобильной мини-установки на уровень небольшого завода (до 40 м³ в смену, а при механизации загрузки сырья и дополнительном насосе — и более). Соответственно, применение пеногенераторов серии ППП в состоянии обеспечить непрерывный режим пенообразования в течение длительного времени без опасения, что потребуются производить его перезаправку в самый неподходящий момент.

Кроме основного своего предназначения, МПБУ-6 легко может работать в режиме обычной штукатурной

станции или мощного водяного насоса. С ее помощью изготавливают как слегка поризованные смеси, так и легкие пенобетоны, а недорогая вспененная глина может найти достойное применение в сельской местности как альтернативный утеплитель. Благодаря минимизации размеров и веса установки МПБУ-6 способна работать как в стационарном режиме, так и в мобильном, непосредственно на строительных площадках, легко перемещаясь с объекта на объект. Погрузка и выгрузка установки производятся вручную, сборка и настройка занимают считанные минуты. Остальное время — это ваши деньги...

Пенобетон в капитальном строительстве

Вторым предприятием, которое представило на выставке «Стройтех '2010» свою технологию по круглогодичному применению монолитного сверхлегкого пенобетона в многоэтажном капитальном строительстве, был холдинг «СОВБИ» (г. Санкт-Петербург).

Технология «СОВБИ» позволяет существенно упростить и удешевить строительство, вести его быстро и круглогодично, получать дополнительную жилую площадь за счет уменьшения толщины наружных стен. Все указанные преимущества связаны с большей теплозащитой монолитного пенобетона по сравнению с газобетонными блоками, требующими, к тому же, дополнительного утепления. Предлагаемая методика отработана во всех элементах конструкций: стенах, мансардах, чердаках, перекрытиях и подвалах, в т. ч. и при проведении работ в зимнее время при температурах до -15 – -20 °С.

На пенобетон «СОВБИ» разработаны технические условия, проведены испытания в сертификационных центрах, получены заключения пожарной инспекции, что позволяет использовать его при многоэтажном строительстве. С применением этого материала

внедрены несколько запатентованных вариантов стеновых конструкций:

- заливка пенобетона Д200–Д300 между стеной в половину лицевого кирпича и водостойким гипсокартоном;

- заливка пенобетона Д300 в кольцевую кладку из вибропрессованных блоков, кирпича;

- заливка пенобетона Д200 между листовым материалом на легком металлокаркасе, позволяющая получить дополнительную жилую площадь.

Современная кровля «СОВБИ» представляет собой смонтированный на плитах перекрытия каркас, формирующий кровельный уклон, который зашит листовым материалом. На поверхность листового металла нанесено наплавленное кровельное покрытие, а полученная между ним и плитой перекрытия полость заполнена пенобетоном «СОВБИ» Д130–Д200. Данная технология позволяет проводить кровельные работы без навесов при дожде и морозе до -25 °С.

При возведении мансарды монтируется каркас из оцинкованных профилей с заливкой пенобетона «СОВБИ» Д200–Д450 между листовым материалом, прикрепленным к стропилам с наружной и внутренней стороны. Сфера возможного применения материала включает и теплоизоляцию перекрытия первых этажей, чердаков, технических этажей и подвалов слоеным пенобетоном «СОВБИ» Д200 и Д450 по нанесенной на поверхность гидроизоляции, а также устройство теплых полов на перекрытиях пенофибробетоном «СОВБИ» Д450. Тепловизионные замеры, проведенные в разных городах, показывают неоспоримое преимущество применения такого рода утепления ограждающих конструкций зданий, кровель, мансард.

Новые пенобетонные технологии на севере спасают дом от холода, а на юге — от жары, что значительно снижает расходы на энергоемкие системы отопления и кондиционирования.

Олег Корниенко

Заявки на рекламу в еженедельнике «Снабженец» присылайте по тел/ф. (495) 232-23-18