

СОВРЕМЕННЫЕ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ И УСТАНОВКИ

Качество бетона и раствора, поступающего непосредственно в дело, обуславливается тремя технологическими этапами его получения. Это прежде всего качество исходных компонентов, далее — процесс приготовления и, наконец, — способ доставки его к месту использования. Предполагая, что исходные компоненты для получения бетонов и растворов отвечают требованиям, соответствующим нормативным документам, рассмотрим непосредственно оборудование, которое используется в настоящее время для получения этих материалов.

Процесс производства бетонных и растворяемых смесей представляет собой ряд последовательных механизированных и, главным образом, автоматизированных операций: складирование и хранение инертных материалов и цемента, дозирование песка, щебня, воды химических добавок и пигментов, смешивание составляющих, транспортирование бетона к месту назначения.

В соответствии с этими процессами оборудование бетонного завода состоит из отдельных блоков, связанных между собой технологической цепочкой. Это складское оборудование для инертных материалов и подачи их на следующий блок, узел дозирования, смесительное оборудование и выгрузка бетона. В зависимости от объема и сроков потребляемого бетона все смесительные установки для получения бетонов можно разделить на три типа: передвижные установки, полустационарные или быстроперебазируемые смесители, стационарные бетонные заводы. Постоянно действующие стационарные заводы выпускают товарные смеси для различных потребителей и в больших объемах, а также для заводов по производству сборного железобетона. Полустационарные или приобъектные заводы сооружают для строительства конкретных крупных объектов. Передвижные установки, смонтированные на прицепах или состоящие из отдельных блоков, перевозимых автотранспортными средствами, предназначены для обслуживания расщелоченных небольших строительных объектов.

Опыт показывает, что в условиях массового строительства, тем более рассредоточенного на большой площади, целесообразно применять заводы, расположенные в разных районах, производительностью от 20 до 70 тыс. куб. м в год. Как правило, та-

кие заводы механизированы и автоматизированы. Выбор типа бетоносмесительной установки (БСУ) и вида смесителя определяется условиями производства, видом и составом выпускаемой смеси, главным образом, крупностью заполнителя и пластичностью смеси (водоцементным соотношением — В/Ц). В случае приготовления бетонных смесей с крупностью заполнителя более 70 мм и при В/Ц = 0,5–0,6 следует применять гравитационные бетоносмесители. Приготовление жестких смесей с В/Ц ≤ 0,4 и с крупностью заполнителя менее 70 мм выполняют в роторных смесителях циклического действия или в двухвальных смесителях непрерывного действия. Армированный бетон с включением металлической стружки и другими металлическими добавками к заполнителю (фибробетон) целесообразно готовить в вибросмесителях.

На приобъектных БСУ применяют как правило смесители с вместимостью барабана 100–200 л. Число смесителей и их тип определяются заданной производительностью и режимом работы установки. Требуемый суммарный объем смесителя (V_c) по выходу в литрах определяется как:

$$V_c = Q_r \cdot 103 / (Z \cdot T_r),$$

где: Q_r — годовая производительность завода (куб. м); Z — число замесов машины (1/час); T_r — годовой фонд рабочего времени (час);

$$T_r = q_r \cdot C \cdot t_c \cdot K_u,$$

где: q_r — количество рабочих дней в году; C — число смен работы предприятия в сутки; t_c — количество часов в смене; K_u — коэффициент использования оборудования ($K_u = 0,82–0,87$).

Число однотипных смесителей m определяется как: $m = V_c / V_0$, где V_0 — объем смесителя по выходу (в литрах).

По схеме компоновки бетоно- и раствороносительных узлов подразделяются на высотные и ступенчатые схемы расположения технологического оборудования. При высотной схеме осуществляется однократный подъем компонентов на полную высоту узла, после чего они в течение всего технологического цикла движутся только под действием сил тяжести. При двухступенчатой схеме материалы подаются в сборный бункер, откуда самотеком поступают через дозаторы в загрузочный ковш и затем поднимаются им в смеситель.

Высотные схемы более компактны, что особенно важно при стесненных в площадях условиях. Они лучше приспособлены для автоматизации процесса производства

бетонных смесей. Вместе с тем недостатком этой схемы являются менее комфортные условия для выполнения ремонтных работ и более высокая их стоимость по сравнению с двухступенчатой схемой смесителя.

Выбор типа и схемы смесительного узла определяется такими факторами, как производительность (потребное количество смеси), способ ее транспортирования на объекты, климатические условия и сезонность режима работы.

Приобъектные бетоносмесительные установки производительностью от 5 до 20 куб. м/час и более предназначены для получения товарного бетона, полусухого бетона, а также цементно-песчаного раствора. Компактность конструкций этих БСУ обуславливает широкое использование их в самых разнообразных строительных работах, выполняемых на небольших площадках. В настоящее время они нашли себе применение как в гражданском, так и промышленном строительстве, в производстве бетона для мостовых конструкций, при сосредоточенных работах (в одном месте, районе), а также в составе оборудования по производству пенобетона.

Управление работой данных установок осуществляется как в ручном режиме, так и в автономном. Конструктивно они выпускаются в различных вариантах комплектации, что и обеспечивает широкий спектр их применения. БСУ оснащены хорошим программным обеспечением технологического процесса приготовления, что обуславливает высокое качество производимого продукта и требуемую производительность установки. Оператор установки имеет возможность варьировать в процессе приготовления бетона из разнообразных наполнителей, составов и дозирования различных добавок. Программное обеспечение позволяет устанавливать в памяти до 12 и более рецептов различных смесей. К таким смесительным установкам можно отнести оборудование таких фирм, как: PICCINI, ORU, LINTEC, TEREX CMI, FANGYUAN GROUP, WIGGERT, OCMER, а также отечественных производителей: Самарский опытно-экспериментальный завод, Тульский завод стройтехника и др. Многие компании-производители уделяют большое внимание мобильности и монтажу выпускаемых ими БСУ. Так, некоторые фирмы выпустили серию заводов производительностью до 70 куб. м/час для работы на временных приобъектных строительных базах для обеспечения бетоном группы строящихся объектов с небольшим

объемом потребления бетона. При этом конструкции БСУ спроектированы так, что они максимально облегчают дальнейшую передислокацию и монтаж оборудования вслед за перемещением потребителя на другое место работы.

Такие установки идеально подходят для линейных видов работ, а также в стесненных условиях. Все технологические узлы БСУ данной серии спроектированы таким образом, чтобы минимизировать транспортные и рабочие габариты. Оборудование смонтировано блоками (модулями), на цельных металлических рамах, с аккуратной подгонкой смежных блоков; все размеры тщательно выверены. Важным моментом монтажа этой серии БСУ является то обстоятельство, что для установки завода не требуется капитального фундамента. Эти особенности конструкции смесительных установок обуславливают короткое время монтажа завода. Так, например, монтаж завода данной серии, включая установку силосной башни, занимает две рабочие смены.

Заводы также оснащены современной компьютерной системой управления, что обеспечивает высокую степень автоматизации БСУ, а штат управления — всего один человек. Следует отметить, что для обеспечения мобильности заводы данной серии могут комплектоваться специальными горизонтальными силосами для хранения цемента (OCMER, ORU, TEREХ CMИ, SANY и др.).

Быстромонтируемые бетонные заводы с небольшой производительностью (до 20–30 куб. м/час) выпускает совместная германо-российская фирма WilMix. Мобильные заводы с производительностью от 30 до 180 куб. м/час выпускает также известная германская фирма WIGGERT. Эти БСУ оснащены автоматизированными системами управления технологическими процессами, компьютерным набором, фиксацией и сохранением информации выполненных операций по приготовлению бетона.

Мобильные БСУ контейнерного типа бывают производительностью от 80 до 240 куб. м/час. Конструкция этих заводов также предусматривает быстрый монтаж и пуск установки в кратчайшее время. Каждый контейнер технологической цепочки производства бетона устанавливается на своей раме и монтируется в единую конструкцию завода подобно детскому конструктору. Управление заводом максимально автоматизировано и позволяет сохранять всю текущую информацию производства бетона в памяти компьютера и получать отчетность работы завода за определенный период времени (LINTEC GMBH, ORU, WIGGERT).

Мобильные БСУ производятся также и отечественными заводами. Так, Самарский опытно-экспериментальный завод

выпускает смесительные установки модели МБСУ производительностью от 20 до 60 куб. м/час. Тульский завод «Стройтехника» выпускает мобильные смесительные установки, модели МБСУ-1 и МБСУ-0,5, производительностью от 28 до 60 куб. м/час. Первая модель предназначена для приготовления бетонных смесей различных марок и выдачи их в автобетоносмесители и другие транспортные средства. Здесь возможно также и приготовление сухих смесей. Установка укомплектована автоматизированной системой управления технологическим процессом, включающей в себя управление и визуализацию процесса с персонального компьютера, интеграцию с системой для ведения учета, составления отчетности, списания материалов и создания первичных документов.

В базовую комплектацию входят два склада вместимостью по 60 куб. м цемента, возможно увеличение емкостей до 100 куб. м. Имеется система обогрева инертных материалов в холодное время года, есть возможность подключения пара или горячего воздуха, а также используются трехслойные утепленные панели. Смешение компонентов осуществляется в смесителе тарельчатого типа вместимостью до 1 куб. м. Предусмотрена возможность подачи в смеситель жидких химических добавок. Дозирование инертных материалов — весовое, а химдобавок и воды — объемное. Кабина оператора оснащена системой кондиционирования и вентиляции. Блочное исполнение конструкции БСУ позволяет обеспечить быстрое переоборудование железнодорожным или автомобильным транспортом.

На аналогичных заводах процесс приготовления бетонной смеси сейчас чаще всего компьютеризован. Тогда оператор имеет в распоряжении ноутбук с программой управления процессом. При этом происходит визуализация процесса, полная информация о нем, предупредительная и аварийная сигнализация на русском языке, полная статистика по времени с расходом каждого компонента. Кроме того, система АСУ может адаптироваться к решению таких проблем, как изменение напряжения в сети, применение нестандартных или некачественных материалов. При управлении таким заводом не требуется высококвалифицированный персонал. Передача завода заказчику обеспечивается специалистом — пусконаладчиком, при этом производится обучение обслуживающего персонала. Системы автоматизации применяются на бетоносмесительном оборудовании многих компаний.

Передвижные бетоносмесительные установки и их появление обусловлено условиями производства, а именно, большой территориальной разбросанностью объектов строительства и относительно небольшими объемами потребления бето-

нов и растворов — от 60 до 240 куб. м/час. Существуют также передвижные бетонные заводы с небольшой производительностью, которые работают без фундамента и могут быть развернуты за один день. Известны такие мобильные заводы с производительностью 60 куб. м и 100 куб. м. Первый вариант снабжен тарельчатым смесителем вместимостью 1 500/1 000 л. Эта БСУ может транспортироваться одной машиной и быть установлена для работы на небольшом участке.

Особенностью второго варианта является более высокая его производительность, обусловленная установкой двухвалкового смесителя вместимостью 3 000/2 000 л. Мобильность такой БСУ достигается возможностью транспортировки ее в виде прицепа к автомобилю, и для нее характерна легкая установка на небольшом участке. Объем бункеров инертных увеличен до 25 куб. м каждый. Установка силосов для цемента в систему завода данной производительности невозможна. Но отдельные силоса также могут быть приспособлены к мобильной транспортировке.

На рынке строительной техники хорошо известна такая продукция, как стационарные бетонные заводы с горизонтально и вертикально расположенным оборудованием. Они востребованы. Так, вариант с горизонтально расположенным технологическим оборудованием представляет собой продукцию бетонных заводов с рядным складом заполнителей. Эти БСУ имеют компоновки с конвейерной, скиповой и элеваторной загрузкой инертных материалов, а также располагают рядными, звездобразными и башенными складами инертных материалов.

Стационарные бетонные заводы с вариантом башенного расположения технологического оборудования представляют собой высокотехнологичное предприятие большой производительности — до 300 куб. м/час уплотненной бетонной смеси. Технологическая схема этой серии аналогична схемам отечественных бетонных заводов на предприятиях по производству сборного железобетона. Особенностью комплекса этих БСУ является расположение расходного блока заполнителей непосредственно под смесительным блоком, что позволяет значительно сэкономить площадь земли, отведенной под бетонное хозяйство. Загрузка бункеров заполнителя осуществляется наклонным конвейером либо элеватором. Вместимость бункеров заполнителя составляет 300 куб. м, количество бункеров — от 3 до 6, количество смесителей — от 1 до 4. Конструкция смесителей двухвалковая либо тарельчатая. Работа смесителей может осуществляться как поочередно, так и параллельно, независимо (БСУ типа серии ELKON TOWER, SCHLOSSER-PFEIFER и др.). ●

**А. А. ШЕСТОПАЛОВ, д. т. н., профессор
ГОУ СПб ГПУ**