

866.9  
Т46

онов, К. М. Королев

# Автоматизированные бетоносмесительные установки и заводы



А. Ф. ТИХОНОВ, К. М. КОРОЛЕВ

656.3

Т 46

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ЗАВОДЫ

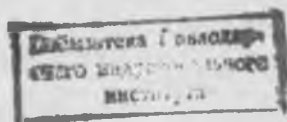
Допущено  
Государственным комитетом СССР  
по народному образованию  
в качестве учебного пособия  
для подготовки рабочих  
на производстве



ББК 38.33  
Т46  
УДК 691.32

Рецензенты: канд. техн. наук А. Э. Гордон, инж. Е. И. Данилов

435417



Тихонов А. Ф., Королев К. М.

Т46 Автоматизированные бетоносмесительные установки и заводы: Учеб. пособие. — М.: Высш. шк., 1990. — 191 с.: ил.

ISBN 5-06-001105-4

Приведены краткие сведения о бетонах, растворах и их составляющих, описаны конструкции бетоно- и растворосмесителей, дозировочного оборудования, технологические схемы бетоносмесительных установок циклического и непрерывного действия, автоматизированные системы управления процессами (подачи, дозирования, перемешивания составляющих и выдачи готовых смесей) с применением микропроцессорной техники и тензометрических датчиков, основные принципы автоматизации складского хозяйства заполнителей и цемента.

Учебное пособие предназначено для подготовки рабочих на производстве.

Т 3306000000(4307000000)—172

052(01)—90

104—90

ББК 38.33

6С6.08

ISBN 5-06-001105-4

© А. Ф. Тихонов, К. М. Королев, 1990

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное издание является практически первой попыткой создания учебного пособия для подготовки персонала служб КИПиА предприятий промышленности сборного железобетона (и строительства) в новой и бурно прогрессирующей области — автоматизации технологических процессов. Необходимость издания определяется увеличивающимися объемами промышленного внедрения систем и средств автоматизации бетоносмесительных цехов заводов сборного железобетона и установок по производству товарного бетона.

Учебное пособие охватывает практически все вопросы, связанные с автоматизацией бетоносмесительных установок, и отражает в основном современный технический уровень развития этой области автоматизации в нашей стране.

В книге рассмотрены важнейшие вопросы технологии приготовления бетонных смесей и бетона и технологического оборудования, неразрывно связанных и определяющих эффективность автоматизации бетоносмесительных установок и заводов.

Авторы опирались на современную нормативно-техническую и общетехническую документацию, использовали наиболее перспективные и передовые разработки, нашедшие применение в отрасли.

*Авторы*

В решении задач по выполнению значительных объемов строительно-монтажных работ и повышению эффективности капитального строительства большая роль отводится автоматизации технологических процессов в строительстве, в том числе автоматизации приготовления бетонных смесей на мобильных бетоносмесительных установках и стационарных заводах.

Большие объемы выпуска бетонных смесей, которые составляют на текущую пятилетку более 250 млн. м<sup>3</sup> в год для дорожного, аэродромного, гидротехнического строительства и производства сборного железобетона, выдвигают новые требования к повышению уровня автоматизации технологических процессов приготовления бетонных смесей на строительных площадках и на предприятиях строительной индустрии с целью повышения производительности технологического смесеприготовительного оборудования, сокращения расхода цемента, повышения качества смеси за счет точности дозирования компонентов и улучшения условий труда обслуживающего персонала.

Известно, что применение автоматизации экономит сырье за счет уменьшения коэффициента запаса прочности бетона, что приводит к сокращению расходов цемента на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, повышает производительность оборудования при обеспечении заданной однородности бетонной смеси, оперативность учета и управления производством, уменьшает численность обслуживающего персонала.

На бетоносмесительных установках и заводах автоматизации подлежат следующие основные процессы и операции:

прием исходных материалов из транспортных средств, их хранение и переработка, в том числе распределение по отсекам, бункерам, силосам и подача к расходным бункерам, учет расхода цемента;

дозирование компонентов бетонной смеси с определением влагосодержания заполнителей и приготовление не менее 50—70 различных составов без переналадки оборудования и средств автоматизации;

перемешивание и выдача готовой смеси в транспортные средства с регулированием параметров бетонной смеси для повышения ее однородности.

В настоящее время при автоматизации технологических процессов приготовления бетонных смесей используются современ-

ные средства микроэлектроники и в особенности интегральные микросхемы и микропроцессоры.

В нашей стране за последние годы разработаны и внедряются новые средства автоматизации технологических процессов приготовления бетонных смесей на бетоносмесительных установках и заводах современного строительного производства.

Разработаны системы автоматического управления дозированием компонентов бетонной смеси, освоено серийное производство новых типов рычажных дозаторов, осваивается выпуск безрычажных тензометрических дозаторов, модернизированы датчики уровня, влажности сыпучих материалов, ведутся разработки по созданию серийных приборов контроля консистенции свежеприготавливаемой бетонной смеси и зернового состава заполнителей. Создаются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) по приему, хранению и использованию сыпучих материалов на складах цемента и заполнителей бетонной смеси. Широкое внедрение находят средства автоматизации на новой элементной базе, в том числе с применением микропроцессорных средств и тензометрических датчиков на мобильных бетоносмесительных установках и стационарных заводах при их реконструкции.

Эффективность работы средств автоматизации во многом определяется техническим уровнем и подготовленностью обслуживающего персонала и в основном операторов, обслуживающих автоматизированные бетоносмесительные установки и заводы.

Обслуживающий персонал должен знать конструктивные особенности технологического и весодозировочного оборудования для приготовления бетонных смесей, средств автоматизации, включая датчики и системы управления этим оборудованием, в том числе с применением микропроцессорной техники, правила технической эксплуатации и обслуживания, требования безопасности труда.

Данное издание предназначено для подготовки рабочих, обслуживающих автоматизированные бетоносмесительные установки и заводы.

Главы I—IV написаны К. М. Королевым, главы V—XI — А. Ф. Тихоновым, предисловие, введение и заключение — авторами совместно.

## БЕТОН, СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАСТВОР И ИХ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

Бетоном или строительным раствором называют искусственные каменные материалы, состоящие из затвердевшей смеси вяжущего вещества (цемента, извести, гипса) с водой, заполнителей и в необходимых случаях специальных химических добавок. Строительный раствор отличается от бетона тем, что не содержит зерен заполнителей крупностью более 5 мм.

Вяжущие вещества, вода и химические добавки — это активные составляющие. Между ними происходит химическая реакция, обеспечивающая со временем твердение смеси и превращение ее в камнеподобное тело, в котором цемент прочно сцепляется с заполнителями. В целях экономии и улучшения экологических условий в последние годы в бетоне и растворе часть цемента (до 20—25 %) заменяют золой-уносом тепловых электростанций.

Заполнители (песок, щебень, гравий) не участвуют в химической реакции и образуют жесткий «скелет», поэтому их иногда называют инертными составляющими.

Бетон или раствор состоит из составляющих с зернами различной крупности. Пустоты между крупными зернами заполнены более мелкими, а цементное тесто обволакивает все частицы тонким слоем. Для экономии вяжущих подбирают зерновой состав бетона или раствора с таким расчетом, чтобы объем пустот между зернами при их минимальной поверхности был наименьшим.

### § 1. СОСТАВЛЯЮЩИЕ БЕТОНА И РАСТВОРА

**Вяжущие материалы.** Их разделяют на гидравлические, способные твердеть как на воздухе, так и в воде; воздушные, твердеющие только на воздухе; автоклавного твердения, наиболее эффективно твердеющие в процессе автоклавной обработки при давлении насыщенного пара 0,9...1,3 МПа.

**Цемент** — продукт тонкого измельчения обожженного клинкера с различными добавками. Классифицируют цементы по следующим признакам: виду клинкера и вещественному составу, прочности при твердении, срокам схватывания, нормированию специальных свойств. Основу цементного клинкера составляет известняк.

Марка цемента, изготовленного из раствора состава 1:3 (по массе), определяется пределом прочности (в кгс/см<sup>2</sup>) при изгибе образцов-балочек размером 40×40×160 мм и сжатии их половинок и испытанных через 28 сут с момента изготовления, а марка быстротвердеющего цемента — через 3 и 28 сут. В Советском Союзе выпускают цементы марок 300; 400; 500; 550 и 600.

*Строительную известь* применяют в виде известкового теста или с добавлением воды — в виде известкового молока.

Гидравлическую известь подразделяют на слабо- и сильногидравлическую (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Предел прочности образцов, МПа (кгс/см<sup>2</sup>), через 28 сут твердения

Известь	При изгибе	При сжатии
Слабогидравлическая	0,4(4)	1,7(17)
Сильногидравлическая	1,1(11)	5(50)

*Гипсовое вяжущее* получают путем термической обработки гипсового сырья. Марки гипсового вяжущего зависят от предела прочности на сжатие. В Советском Союзе выпускают гипсовые вяжущие марок 20...250.

*Золу-унос* в зависимости от области применения выпускают нескольких видов: I — для железобетонных конструкций и изделий, II — для бетонных, III — для конструкций гидравлических сооружений. Кроме того, золу-унос подразделяют на классы: А — для тяжелого бетона, Б — для легкого бетона.

**Добавки и вода.** Для улучшения технологических свойств бетонной смеси, бетона и строительного раствора применяют различные добавки: пластифицирующие, стабилизирующие, водонепроницающие, изменяющие сроки схватывания, ускоряющие твердение, повышающие прочность, обеспечивающие твердение при отрицательных температурах, воздухововлекающие, пластифицирующе-воздухововлекающие, газообразующие, пенообразующие, воздухоудаляющие, уплотняющие, гидрофобизирующие, повышающие стойкость в агрессивных средах, повышающие жаростойкость, заменяющие цемент, повышающие электропроводность, повышающие противорадиационную защиту, повышающие бактерицидные и инсектицидные свойства, повышающие защитные свойства бетона к стали. Количество добавок зависит от их свойств и требований, предъявляемых к бетону (раствору).

Пигменты (сухие краски) используют в качестве красящих добавок к декоративным растворам.

Вода для затворения бетонной смеси и раствора должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732—79. Примеси воды не должны нарушать схватывания и твердения бетонной смеси или



раствора. Допускается использовать морскую и минеральную воду, если содержание примесей в ней не превосходит допустимых пределов.

В воде не должно содержаться органических поверхностно-активных веществ, сахаров или фенолов более 10 мг/л, а также пленок нефтепродуктов, жиров, масел, а если к бетону предъявляют требования технической эстетики — окрашивающих примесей.

**Заполнители.** Для бетонов применяют крупные заполнители с размером зерен более 5 мм (щебень из естественного камня и щебень из гравия, щебень из доменного шлака), а также мелкие заполнители с размером зерен 0,16...5 мм (песок, получаемый как от естественного разрушения горных пород, так и их дробления). Для растворов заполнители должны быть размером не более 5 мм.

Чтобы определить фракционный состав заполнителей, их просеивают через сита с различными размерами ячеек. Та часть заполнителей, которая не прошла через сито с определенным размером ячеек, называется остатком и измеряется в процентах.

При изготовлении бетонной смеси применяют крупные заполнители следующих фракций: 5...10, 10...20, 20...40 и 40...70 мм, для бетонирования гидротехнических сооружений — до 120 мм, а при соответствующем технико-экономическом обосновании — до 150 мм.

В качестве мелких заполнителей для тяжелых бетонов используют природные или дробленые пески насыпной плотностью свыше 1,8 г/см<sup>3</sup>. В зависимости от зернового состава пески подразделяют на крупный, средний, мелкий и очень мелкий.

Для легкого и облегченного бетона применяют пористые неорганические заполнители. К ним относятся заполнители (искусственные специального изготовления, природные и из отходов промышленности) насыпной плотностью не более 1000 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен 5—40 мм (щебень, гравий) и не более 1200 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен до 5 мм (песок). Допускается относить к пористым природные заполнители с насыпной плотностью не более 1200 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен до 40 мм и не более 1400 кг/м<sup>3</sup> при крупности зерен до 5 мм при условии, что пористость таких заполнителей составляет не менее 10 %.

## **§ 2. БЕТОННАЯ СМЕСЬ И СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАСТВОР**

**Бетонная смесь.** Одним из основных свойств бетонной смеси является ее удобоукладываемость (подвижность или жесткость), определяемая в соответствии с ГОСТ 10181.1—81. *Подвижностью* бетонной смеси называется способность ее растекаться без расслоения под действием силы тяжести или при незначительном механическом воздействии.

Требования удобоукладываемости зависят от метода производства работ. Цель подбора состава бетонной смеси — получить смесь требуемой подвижности или жесткости на месте укладки смеси при наименьшем расходе цемента для заданной марки.

Характеризуется подвижность осадкой конуса ОК (измеряемой в см), отформованного из бетонной смеси, подлежащей испытанию. Для этого используют изготовленные из листовой стали конусы (рис. 1) с гладкой внутренней поверхностью.

Для смесей с наибольшей крупностью заполнителя до 40 мм предназначен конус № 1, 70—80 мм — конус № 2 (табл. 2).

Перед испытанием все соприкасающиеся с бетонной смесью поверхности очищают и протирают влажной тряпкой. Конус устанавливают на гладкий металлический лист 7 и заполняют через воронку бетонной смесью 6 в три слоя высотой 100 мм для конуса № 1 и 150 мм для конуса № 2. Каждый слой уплотняют штыкованием металлическим стержнем: в конусе № 1 — 25 раз, № 2 — 56 раз. Во время наполнения и штыкования конус прижимают к листу. Затем воронку снимают и избыток смеси срезают кельмой вровень

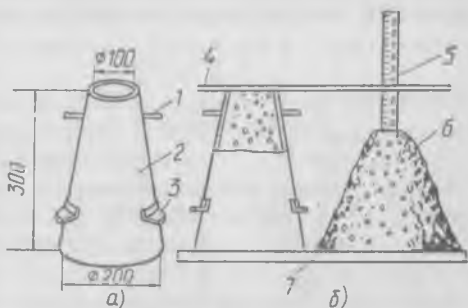


Рис. 1. Определение подвижности бетонной смеси:

*a* — конус, *б* — измерение осадки конуса; 1 — ручка, 2 — корпус, 3 — упор, 4 — линейка, 5 — масштабная линейка, 6 — бетонная смесь, 7 — металлический лист

Таблица 2. Размеры конусов, мм

Конус	$d_{\text{нижн}}$	$d_{\text{верх}}$	$h$
№ 1	100	200	300
№ 2	150	300	450

с верхними краями конуса. Конус плавно снимают с отформованной бетонной смеси (поднимают его вертикально) и устанавливают рядом с ней. Осадку конуса бетонной смеси определяют, укладывая металлическую линейку ребром на верх конуса и измеряя расстояние от нижней грани линейки до верха бетонной смеси с точностью до 0,5 см. Значение осадки конуса бетонной смеси, определенной в конусе № 2, приводят к значению осадки конуса № 1, умножая первое значение на переводной коэффициент 0,67.

Если после снятия конуса бетонная смесь приобретает форму, затрудняющую определение ее осадки, измерение не производят и повторяют испытание на новой порции бетонной смеси. Время испытания с начала наполнения конуса и до измерения осадки бетонной смеси не должно превышать 2,5 мин.

Осадку конуса бетонной смеси вычисляют с точностью до 1 см как среднее арифметическое результатов двух определений из одной пробы, различающихся между собой не более чем на

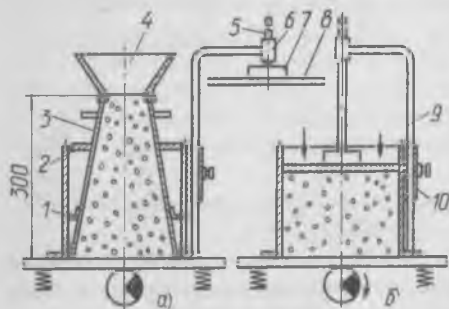


Рис. 2. Прибор для определения жесткости бетонной смеси:

а — до уплотнения, б — после уплотнения; 1 — кольцо, 2 — кольцо-держатель, 3 — конус, 4 — загрузочная воронка, 5 — штанга, 6, 10 — направляющие и фиксирующие втулки, 7 — шайба, 8 — диск с отверстиями, 9 — штатив

1 см при  $OK \leq 4$  см, на 2 см при  $OK$ , равном 5—9 см, и на 3 см при  $OK \geq 10$  см. При большем расхождении результатов испытание повторяют. Затем заносят в журнал дату и время испытаний, место отбора пробы, марку и вид бетона, изготовленного из испытываемой смеси, результаты частных испытаний и среднее арифметическое значение  $OK$ .

*Жесткость* характеризует смесь, если осадка конуса равна нулю. Определяют жесткость временем вибрации (в секундах), необходимым для выравнивания и уплотнения

предварительно отформованного конуса бетонной смеси.

При наибольшей крупности зерен заполнителей до 40 мм включительно жесткость бетонной смеси определяют на лабораторной виброплощадке СМЖ-539.

Прибор для определения жесткости бетонной смеси (рис. 2) закрепляют на столе виброплощадки. Цилиндрическое кольцо 1, кольцо-держатель 2 и воронку 4 прибора изготовляют из листовой стали. Кольцо и конус 3 должны быть с гладкой внутренней поверхностью. Общая масса диска 8, штанги 5 и шайбы 7 прибора должна составлять  $(2750 \pm 50)$  г.

Собирают прибор в такой последовательности: жестко крепят кольцо 1, вставляют в него конус 3 и закрепляют его ручками, сверху устанавливают воронку 4. Диск 8 с отверстиями поворотом штатива 9 устанавливают над отформованной бетонной смесью и опускают на поверхность конуса. Штатив закрепляют в фиксирующей втулке 10 зажимным винтом. Одновременно включают виброплощадку и секундомер и наблюдают за выравниванием и уплотнением бетонной смеси. В момент, когда начнет выделяться цементное тесто из двух отверстий диска, вибри-

рование прекращают и выключают секундомер. Полученное время вибрирования характеризует жесткость. Его вычисляют с точностью до 1 с как среднеарифметическое результатов двух определений жесткости из одной пробы, различающихся между собой не более чем на 20 %. При большем расхождении результатов испытание повторяют.

Пробы для определения жесткости или подвижности бетонной смеси отбирают в три приема с интервалом 1 мин. На месте укладки их отбирают по окончании разгрузки из различных мест смеси.

Одно из основных свойств бетонной смеси — водоцементное отношение. Чем ниже водоцементное отношение, тем выше жесткость и ниже подвижность бетонной смеси.

Бетонная смесь независимо от того, является ли она подвижной или жесткой, должна быть легкообрабатываемой, т. е. при заполнении формы и уплотнении она должна сохранять однородность и не расслаиваться. Если в бетонную смесь одновременно добавлять цемент и воду, то ее подвижность увеличивается. Так как водоцементное отношение при этом не нарушается, то не изменяется и прочность бетона. Таким способом можно добиться необходимой подвижности смеси при сохранении заданной прочности бетона.

По подвижности и жесткости бетонные смеси (ГОСТ 7473—85) подразделяют на следующие марки (табл. 3).

Таблица 3. Марки бетонной смеси

Марка по удобоукладываемости	Нормы удобоукладываемости по показателю		Марка по удобоукладываемости	Нормы удобоукладываемости по показателю	
	жесткости, с	подвижности, см		жесткости, с	подвижности, см
Ж4	≥31 и более	—	П2	—	5—9
Ж3	21 ... 30	—	П3	—	10—15
Ж2	11 ... 20	—	П4	—	16—20
Ж1	5 ... 10	—	П5	—	21—25
П1	1 ... 4	4 и менее			

**Строительный раствор.** Свежеприготовленный раствор должен обладать подвижностью и водоудерживающей способностью, которые обеспечивают ему удобоукладываемость и необходимую плотность.

Прибор для определения подвижности строительного раствора (рис. 3) состоит из опоры со штативом 3, на держателях 2 которого в направляющих смонтирована штанга 6. На нижнем

конце штанги установлен эталонный конус 5 массой  $(300 \pm 2)$  г. Измеряют глубину погружения конуса в раствор по шкале 8 с делениями. Высота конуса 145 мм, диаметр основания 75 мм. Сосуд 4 изготавливают из листовой стали в виде конуса с верхним диаметром 150 и высотой 180 мм.

Прибор устанавливают на горизонтальной поверхности и проверяют качество скольжения штанги 6 в направляющих 1. Сосуд 4 заполняют раствором на 1 см ниже верхнего его края и уплотняют раствор штыкованием стальным стержнем 25 раз и пяти-шестикратным легким постукиванием о стол. Затем сосуд ставят на площадку прибора.

Острие конуса приводят в соприкосновение с поверхностью раствора в сосуде, закрепляют штангу 6 стопорным винтом 7 и делают первый отсчет по шкале. Затем отпускают стопорный винт и конус начинает погружаться в раствор. Второй отсчет снимают по шкале через 1 мин после начала погружения конуса. Глубину его погружения, измеряемую с погрешностью до 1 мм, определяют как разность между первым и вторым отсчетами.

Глубину погружения конуса оценивают по результатам двух испытаний на разных пробах раствора одного замеса как среднеарифметическое значение из них и округляют. Если разность более 2 см, то испытания повторяют на новой пробе раствора.

Подвижность раствора непосредственно на строительной площадке определяют эталонным конусом, изготовленным из тонкой жести. Высота конуса 145 мм, диаметр в уширенной части 78 мм. Через верхнюю трубу диаметром 8—10 мм в конус засыпают песок в таком количестве, чтобы масса конуса была равна  $(300 \pm 2)$  г. Для определения подвижности конус подводят к поверхности раствора и опускают в раствор. Глубина погружения конуса (см) характеризует подвижность раствора.

Применяемые растворы должны обладать следующими свойствами:

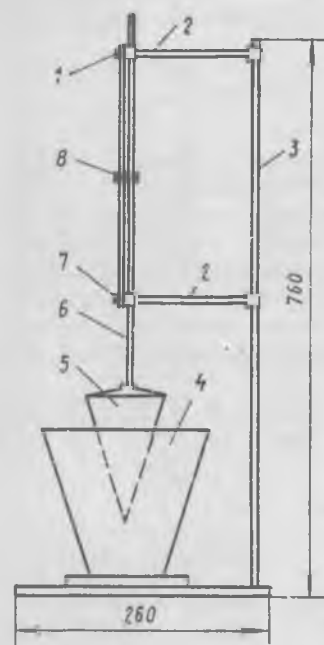


Рис. 3. Прибор для определения подвижности строительного раствора:

1 — направляющие, 2 — держатели, 3 — штатив, 4 — сосуд, 5 — конус, 6 — штанга, 7 — винт, 8 — шкала

требуемой прочностью (марка раствора) и хорошим сцеплением раствора с основанием и предыдущими слоями;

требуемой удобоукладываемостью, зависящей от качества и количества вяжущих и содержания пластифицирующей добавки;

незначительным уменьшением объема (усадкой) в процессе твердения, зависящим от вида вяжущих и характера их твердения, количества и состава заполнителей;

достаточной водоудерживающей способностью, исключающей отделение воды при транспортировании раствора (особенно механическим способом), и нормальным твердением;

однородностью состава;

отсутствием избыточного количества легкорастворимых солей, которые могли бы выступать на штукатурке при твердении и сушке раствора.

Во время перевозки раствор расслаивается по высоте, т. е. наиболее тяжелые частицы опускаются, а более легкие всплывают. Такую смесь перед употреблением смешивают до однородного состояния. Запрещается «размолаживать» раствор путем добавления воды с цементом и без него.

### § 3. КЛАССИФИКАЦИЯ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ

Бетон классифицируют по следующим признакам:

назначению: конструкционные и специальные (жаростойкие, химически стойкие, декоративные, радиационно-защитные, теплоизоляционные и др.);

виду вяжущего: цементные, силикатные (на известковом вяжущем), на гипсовом вяжущем, на смешанных вяжущих (известково-цементных, известково-шлаковых, цементно-известково-шлаковых), на специальных вяжущих (органических или неорганических);

виду заполнителей: на плотных, пористых и специальных заполнителях;

структуре: плотные, поризованные, ячеистые, крупнопористые.

Для бетонных и железобетонных конструкций (СНиП 2.03.01—84) предусмотрены следующие конструкционные бетоны: тяжелый средней плотности 2200 до 2500 кг/м<sup>3</sup> включительно; мелкозернистый средней плотности свыше 1800 кг/м<sup>3</sup>; легкий плотной и поризованной структуры; ячеистый автоклавного и неавтоклавного твердения; специальный бетон — напрягающий.

Основными показателями бетона являются:

класс по прочности на сжатие и предел прочности (марка) на сжатие (кгс/см<sup>2</sup>) в возрасте 28 сут нормального твердения. Соотношение между марками и классами бетона (кроме ячеистого) на сжатие приведено в табл. 4;

Таблица 4. Соотношение между классами и марками бетона

Класс	Марка	Класс	Марка	Класс	Марка
B1	M15	B12,5	M150	B35	M450
B1,5; B2	M25	B15	M200	B40	M500
B2,5	M35	B20; B22,5	M250	B45; B50	M600
B3,5	M50	B25	M300	B55	M700
B5	M75	B27,5	M350	B60	M800
B7,5; B10	M100	B30	M400		

класс по прочности на осевое растяжение (назначают, если эта характеристика имеет главное значение и контролируется на производстве);

марка по морозостойкости (для конструкций, подвергающихся в увлажненном состоянии попеременному замораживанию и оттаиванию);

марка по водонепроницаемости (для конструкций с ограниченной водонепроницаемостью);

марка по средней плотности (для конструкций, к которым кроме конструктивных предъявляют требования теплоизоляции);

марка по самонапряжению напрягающего бетона.

В основе классификации строительных растворов лежат следующие показатели:

плотность в сухом состоянии: тяжелые средней плотностью 1500 кг/м<sup>3</sup> и более, а также легкие средней плотностью менее 1500 кг/м<sup>3</sup>;

вид вяжущих: цементные, известковые и смешанные (например, цементно-известковые, цементно-глиняные);

предел прочности на сжатие (по этому показателю растворы делят на марки 0,4; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20). Растворы марок 0,4 и 1 изготовляют преимущественно из извести и местных вяжущих (известково-шлаковых, известково-пуццолановых). Для кладки грунтовых стеновых блоков применяют глиняные растворы. Марку раствора определяют испытанием на сжатие кубов размером 70,7×70,7×70,7 мм в возрасте 28 сут нормального комплекса СМ1810 описана в § 26—30.

#### Контрольные вопросы

1. Из каких материалов состоит бетон и раствор? 2. Что такое марка (активность) цемента? 3. Как определяют удобоукладываемость (жесткость, подвижность) бетонной смеси? 4. То же, подвижность раствора в заводских условиях и на строительной площадке? 5. Что такое марка бетона и раствора?

## СМЕСИТЕЛИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ И СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА

### § 4. ВИДЫ СМЕСИТЕЛЕЙ

При приготовлении бетонных и растворных смесей надо равномерно распределить компоненты в смеси, а также выполнить ряд других требований.

Для смесей на *плотных заполнителях* необходимо: деаэрировать смесь, т. е. удалить из нее воздух, так как при загрузке материалов в смеситель вносится около 700 л воздуха на 1 м<sup>3</sup> смеси; полностью смочить водой цементные зерна, поверхность которых в зависимости от расхода цемента и его удельной поверхности составляет 80—150 тыс. м<sup>2</sup>; создать оболочки из цементной пасты вокруг зерен заполнителей, поверхность которых в зависимости от зернового состава составляет от 3 до 40 тыс. м<sup>2</sup>.

Для смесей на *пористых заполнителях* требования те же самые, за исключением удаления воздуха, наличие которого в такой смеси является положительным, так как чем больше воздуха, тем ниже плотность бетона и тем лучше его теплофизические свойства.

Теоретически смешивание компонентов целесообразно производить при поэтапной их загрузке в смеситель: сначала вводить часть жидкой фракции с тонкодисперсными составляющими (цемент, молотый и обычный песок), затем более крупные фракции с оставшейся частью дозы воды и добавками. На практике компоненты загружают одновременно.

В процессе смешивания происходят относительное перемещение объемов материалов и разрушение комьев материала, улучшающее проникновение жидкой фазы в твердую. Для равномерного распределения компонентов в общем объеме замеса частицам материала необходимо сообщить такие траектории движения, которые имели бы наибольшую возможность пересечения между собой.

При смешивании из различных частиц по размеру, форме и происхождению материалов должна образоваться однородная смесь, любая проба которой, взятая в объеме, большем, чем объем самого крупного зерна, имеет один и тот же состав. Для этого применяют смесительные агрегаты, которые классифицируют по характеру работы, способу установки и способу смешивания.

По характеру работы различают смесители циклического и непрерывного действия. В смесителях циклического действия исходные компоненты смешивают отдельными порциями (замесами). Каждый новый замес может быть загружен лишь после того, как из смесителя будет выгружен предыдущий. Циклические сме-



сители, получившие наибольшее распространение, позволяют регулировать продолжительность смешивания в зависимости от конкретных условий. Их применяют, когда нужно производить бетонные смеси различных марок или составов.

Основной параметр смесителя циклического действия — объем готового замеса. Также учитывают вместимость смесителя по загрузке. Указанные показатели в технических характеристиках смесителей пишут в виде дроби. Например, 500/750: 500 — объем готового замеса смесителя, 750 — вместимость по загрузке.

В смесителях непрерывного действия исходные компоненты дозируют, подают и смешивают непрерывно. Готовая смесь также выгружается непрерывно. Основным параметром, характеризующим такой смеситель, является производительность в час ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ). Производительность (продолжительность смешивания) смесителя регулируют различными способами, которые будут рассмотрены при описании их конструкции.

Смесители непрерывного действия применяют при производстве одномарочного бетона для возведения гидротехнических и линейно-протяжных сооружений.

По способу установки различают передвижные смесители, предназначенные для небольших объемов работ, а также при возведении линейно-протяжных сооружений, и стационарные, которые эксплуатируют на одном и том же месте в течение длительного срока.






По способу смешивания в основу классификации положены конструктивные признаки смесителей: форма корпуса и расположение смесительных органов. По этим признакам смесители подразделяют на гравитационные (барабанные), тарельчатые (принудительного действия с вертикально расположенными смесительными валами), лотковые (принудительного действия с горизонтально расположенными смесительными валами).

В свою очередь, гравитационные смесители подразделяют на опрокидные и неопрокидные — реверсивные и с вводным лотком, тарельчатые — с неподвижным и вращающимся корпусом, лотковые — одно- и двухвальные.

Гравитационные смесители просты по конструкции, в обслуживании и эксплуатации, имеют несложную кинематическую схему, могут работать на смесях с крупностью заполнителей до 150 мм. У них незначительно изнашиваются рабочие органы. Себестоимость приготовления смеси невысокая. Их недостаток — малая производительность и неэкономичность работы при приготовлении жестких и умеренно-жестких смесей.

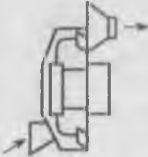
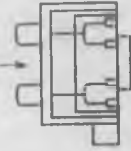


Преимущества смесителей принудительного действия (тарельчатых и лотковых) — возможность приготовления смесей практически любой удобоукладываемости, меньшая продолжительность смешивания (большая производительность), большая активность процесса, меньшее комкование смеси; недостатки:

Таблица 5. Технические характеристики смесителей

Тип смесителя	Эскиз	Вместимость, м <sup>3</sup>	Допустимое В/Ц	Наибольшая крупность заполнителя, мм	Энергоёмкость, кВт/м <sup>3</sup>	Продолжительность, с	
						с мешалкой	разгрузки
Гравитационный опрокидываемый вместимости: малой		0,1—1	0,05—0,8	60	1,1—1,4	180	—
		1—5	0,52—0,9	180	1,2	—	25—45
Гравитационный неопрокидываемый: с коническим барабаном		0,1—5	0,6—0,9	150	1—1,25	—	40—45
		0,1—5	0,5—0,8	180	1—1,6	180	—
реверсивный с вводным лотком		0,1—1	0,5—0,8	60	1—1,2	180	—

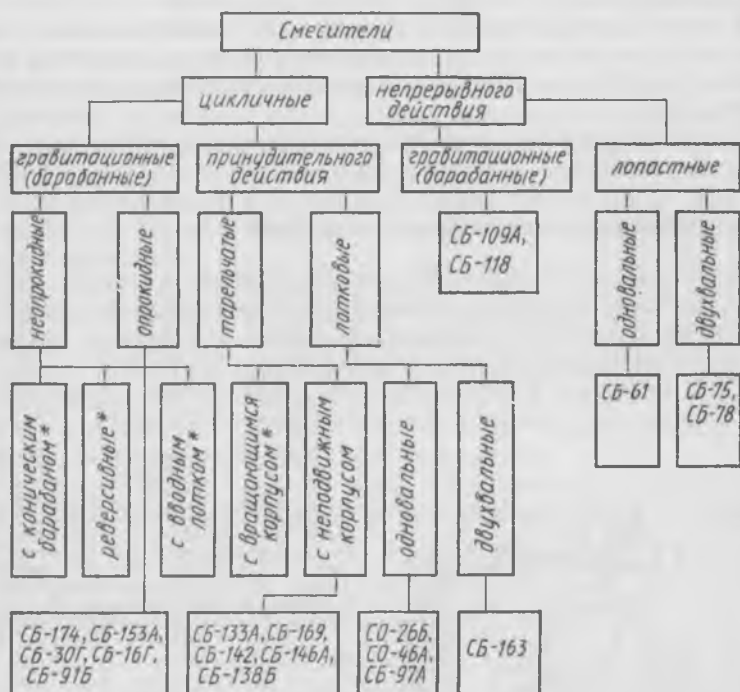
415412

Продолжение табл. 5

Тип смесителя	Эскиз	Вместимость, м <sup>3</sup>	Допустимое В/Ц	Наибольшая крупность, заполнителя, мм	Энерго- емкость, кВт/м <sup>3</sup>	Продолжительность, с	
						смешивания	разгрузки
Тарельчатый с неподвижным корпусом		0,5—2	0,48—0,7	80	2,2—4,8	—	30—35
		0,5—4,2	0,42—0,8	70	2,5—5	60	—
Тарельчатый противоточный с интенсификаторами или катками		0,5—3	0,42—0,8	60	4	—	35—40
		0,5—8	—	—	2,5—5	—	Не лимитируется
Лотковый: одновальный		0,2—2	0,45—0,85	100	2,8—3,9	—	30—40
		0,5—3	0,32—0,9	150	2,8—3,6	30—60	—
двухвальный		0,5—3,5	0,32—0,9	180	3—3,6	30—60	—
		0,5—5	0,35—0,9	80—100	2,9—3,7	—	18—30

ограниченность крупности заполнителей (до 70—80 мм), значительный износ рабочих элементов, связанный с интенсивностью процесса, более высокая энергоемкость и себестоимость приготовления смеси. Несмотря на отмеченные недостатки, смесители принудительного действия эффективнее гравитационных.

Годовая производительность на 1 л объема готового замеса для малых смесителей с объемом готового замеса до 330 л со-



\* В СССР не производится

Рис. 4. Классификация смесителей

ставляет  $3,5 \text{ м}^3$ , а для смесителей с объемом готового замеса 330 л и более —  $10 \text{ м}^3$ , т. е. если бетоносмеситель имеет объем  $250 \times 3,5 = 875 \text{ м}^3$ , а если 500 л, то  $500 \times 10 = 5000 \text{ м}^3$ .

Трудоемкость производства  $1 \text{ м}^3$  смеси на малых моделях равна  $2,5\text{—}3 \text{ чел-ч/м}^3$ , а на больших —  $1\text{—}1,5 \text{ чел-ч/м}^3$ .

Сравнительные испытания различных видов смесителей (гравитационных опрокидных, реверсивных и с вводным лотком, тарельчатых с неподвижным и вращающимся корпусом и лотковых одно- и двухвальных) показали (табл. 5), что лотковые двухвальные смесители по сравнению с остальными рассмотренными имеют лучшие показатели: возможность приготовления

смесей с низким водоцементным отношением при наибольшей крупности заполнителей до 180 мм; наименьшую продолжительность смешивания; энергоемкость ниже энергоемкости тарельчатых смесителей, но выше гравитационных; возможность приготовления практически любых смесей как по удобоукладываемости, так и по плотности, что делает их незаменимыми как на центральных бетонных заводах, так и на заводах сборного железобетона.

В нашей стране серийно производят гравитационные опрокидывающиеся, тарельчатые с неподвижным корпусом, лотковые одновальные смесители. Начато освоение лотковых двухвальных смесителей.

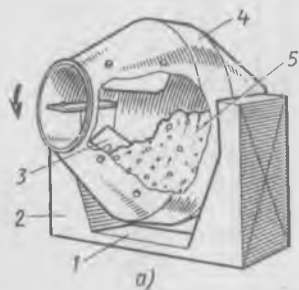
В данном учебном пособии рассмотрены смесители с объемом готового замеса 250 л и выше.

### § 5. ЦИКЛИЧНЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ СМЕСИТЕЛИ

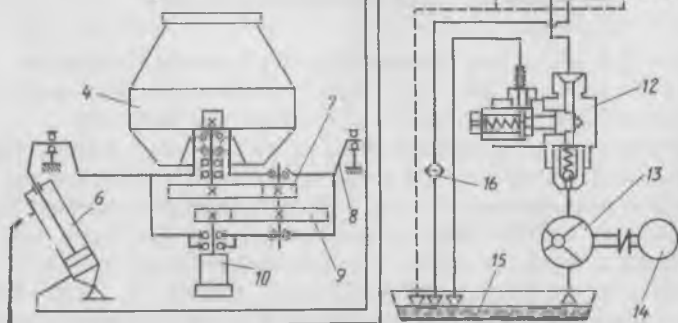
*Бетоносмеситель СБ-91Б* (рис. 5). Объем готового замеса 500 л. Состоит из рамы 1, смесительного барабана 4, траверсы 8, электромеханического привода вращения барабана и гидравлического оборудования для опрокидывания барабана.

Рама включает в себя основание и две стойки 2, которые служат опорой для траверсы 8 смесительного барабана. Внутрен-

Рис. 5. Гравитационный смеситель СБ-91Б:



*a* — общий вид, *б* — кинематическая схема; 1 — рама, 2 — стойки, 3 — лопасти, 4 — барабан, 5 — бетонная смесь, 6 — гидроцилиндр, 7, 9 — зубчатые колеса, 8 — траверса, 10, 14 — электродвигатели, 11, 12 — предохранительный и распределительный клапаны, 13 — гидронасос, 15 — бак для масла, 16 — фильтр



*б)*

няя полость одной из стоек использована для размещения гидравлического оборудования привода опрокидывания барабана.

Смесительный барабан состоит из двух полых конусов, соединенных обечайкой. Внутри конусов укреплены лопасти 3, которые ускоряют процессы смешивания исходных материалов и выгрузки готовой смеси.

Траверса сварной коробчатой конструкции состоит из двух кронштейнов, соединенных между собой площадкой из массивного стального листа, на которой болтами укреплен редуктор с присоединенным к нему электродвигателем 10. В оба конца траверсы вварены цапфы, которые вместе с подшипниками, установленными на стойках рамы, образуют опорные шарниры. Вокруг шарниров поворачивается смесительный барабан. На одной из цапф траверсы предусмотрен рычаг, с которым соединен шток гидроцилиндра для опрокидывания барабана в положение выгрузки готовой бетонной смеси и возвращения его в исходное положение.

Как видно из гидрокинематической схемы, в приводе бетоносмесителя заложены две системы: механическая для вращения барабана, состоящая из электродвигателя 10 и двух пар зубчатых колес 7, 9, и гидравлическая для опрокидывания барабана при его разгрузке, состоящая из электродвигателя 14, гидронасоса 13, клапанов 11, 12, фильтра 16, бака 15 для масла, гидроцилиндра 6 и соединительных трубопроводов.

*Бетоносмеситель СБ-153А* (рис. 6). Объем готового замеса 1000 л. Смесительный барабан установлен на раме 6 с боковы-

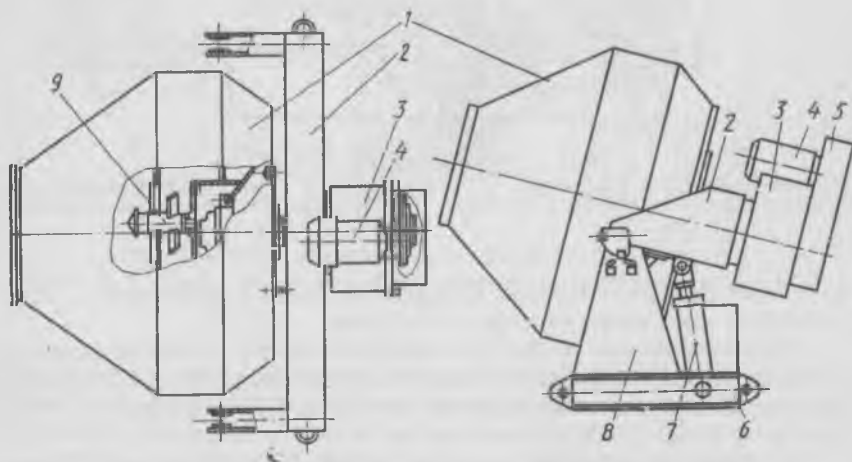


Рис. 6. Бетоносмеситель СБ-153А:

1 — смесительный барабан, 2 — траверса, 3 — редуктор, 4 — электродвигатель, 5 — клиноременная передача, 6 — рама, 7 — пневмоцилиндр, 8 — вертикальные стойки, 9 — крыльчатка

ми стойками 8. Траверса 2 коробчатого сечения смонтирована на боковых балках в корпусах подшипников. В средней части поперечной балки установлен дифференциально-планетарный редуктор 3, на входном валу которого смонтирован шкив клиноременной передачи 5, а на выходном — корпус смесительного барабана 1.

Смесительный барабан в форме двух усеченных конусов, соединенных в середине цилиндрической обечайкой, изнутри выло-

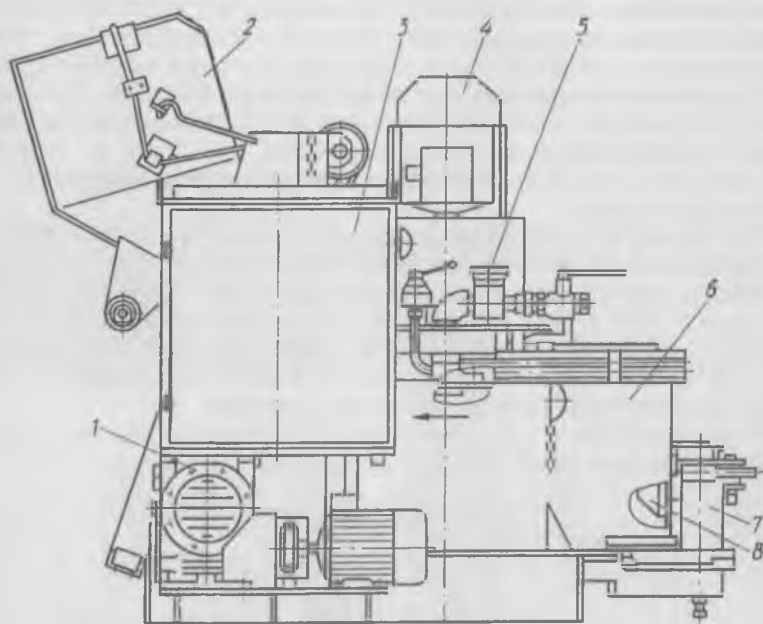


Рис. 7. Бетоносмеситель СБ-169:

1 — привод скипового подъемника, 2 — ковш, 3 — шкаф с электрооборудованием, 4 — привод ротора, 5 — система водопитания, 6 — основание, 7 — выгрузочное устройство, 8 — ротор

жен износостойкой броней. Внутри него на кронштейнах прикреплены шесть смесительных лопастей.

Пневматический привод, состоящий из двух пневмоцилиндров 7, пневмораспределителя, маслораспределителя и тормозных дросселей, изменяет положение барабана при смешивании компонентов и выгрузки готовой смеси.

С целью обеспечения высокого качества приготавливаемой смеси внутри барабана свободно на подшипниках смонтирована крыльчатка 9, которая не имеет привода и свободно вращается от соприкосновения со смесью.

## § 6. ЦИКЛИЧНЫЕ СМЕСИТЕЛИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Смесители с вертикально-расположенными смесительными валами (тарельчатого типа). Предназначены для приготовления бетонных и растворных смесей практически любой удобоукладчиваемости с наибольшей крупностью заполнителей до 70 мм.

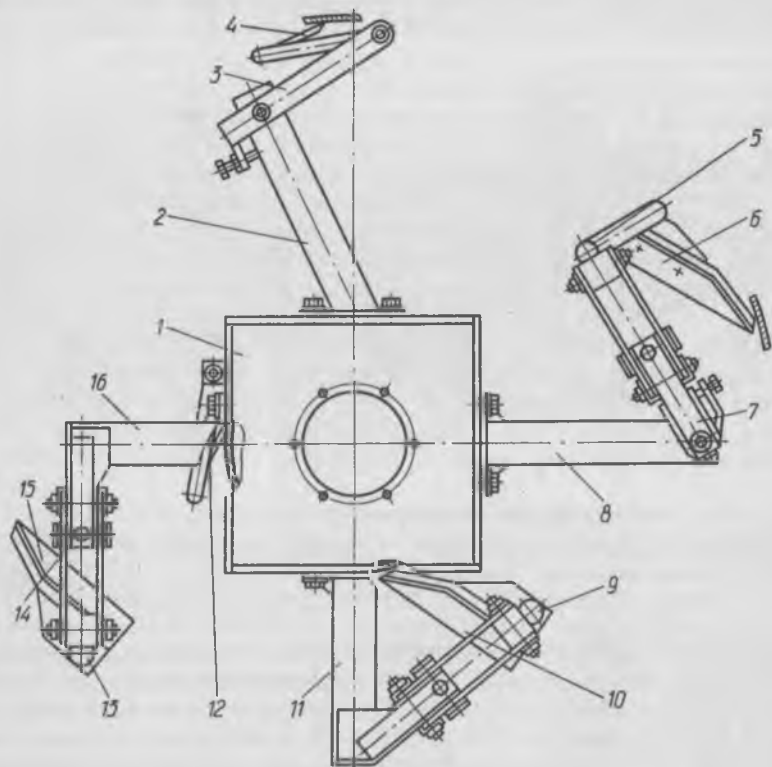


Рис. 8. Лопастной механизм бетоносмесителя СБ-169:

1 — короб, 2, 8, 11, 16 — водила, 3, 5, 9, 13 — кронштейны, 4, 12 — скребки, 6, 10, 15 — лопасти, 7 — кардан, 14 — рычаг

используют в качестве передвижных установок (малой вместимости) или встроенного оборудования стационарных заводов и установок (большой вместимости).

Бетоносмеситель СБ-169 с объемом готового замеса 250 л (рис. 7). Основание б сварной конструкции, в которую входят чаша и направляющие для подъема ковша. Чаша изнутри футерована стальными элементами.



Привод скипового подъемника для подъема и опускания ковша имеет отдельный электродвигатель. Тормозится ковш червячной парой редуктора и тормозной лентой.

Привод 4 ротора включает в себя раму с установленными на ней двухступенчатым редуктором и кронштейном для крепления двигателя привода ротора. Вращение от редуктора к ротору сообщается клиноременной передачей.

Смесительное устройство состоит из короба 1 (рис. 8) с закрепленными на нем водилами 2, 8, 11, 16. На водилах 11, 16

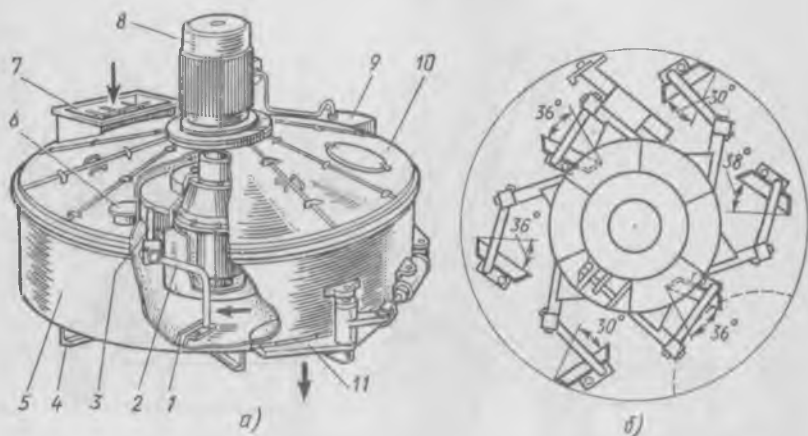


Рис. 9. Бетоносмеситель СБ-146А:

*a* — общий вид, *б* — ротор с лопастями; 1 — лопасть, 2 — торсионная подвеска, 3 — держатель, 4 — опора, 5 — корпус-чаша, 6 — вытяжной патрубков, 7 — загрузочный патрубков, 8 — электродвигатель, 9 — пульт управления, 10 — крышка, 11 — разгрузочный затвор

посредством параллелограммной системы закреплены внутренний 9 и средний 13 кронштейны с установленными на них соответственно лопастями 10 и 15. Каждая параллелограммная система состоит из двух пар рычагов 14 и двух пар осей, что обеспечивает кронштейнам с лопастями перемещение в вертикальной плоскости. В радиальном направлении (относительно оси вращения) лопасти перемещаться не имеют возможности.

К кардану 7, шарнирно соединенному с водилом 8, крепится параллелограммная система, благодаря чему наружная лопасть 6 имеет возможность перемещаться как в вертикальном, так и в радиальном направлениях.

Наружный скребок 4 шарнирно смонтирован на водиле 2, внутренний скребок 12 также шарнирно крепится непосредственно к коробу 1.

Разгрузочное устройство состоит из сектора, пневмоцилиндра и рамы. При отсутствии сжатого воздуха этим устройством управляют вручную.

Система водопитания включает в себя: шаровой кран, переходник, счетчик, угольник, фильтр и патрубок. Цена одного деления шкалы счетчика 1 л. Для совмещения стрелки счетчика с нулевым делением шкалы поворачивают головку счетчика. Фильтр счетчика необходимо регулярно промывать.

*Бетоносмеситель СБ-146А* (рис. 9). Объем готового замеса 500 л. Кольцевое смесительное пространство корпуса 5 заключено между днищем, наружной и внутренней цилиндрическими обечайками и защищено изнутри сменной броней. Секторное отверстие в днище корпуса для выгрузки смеси закрывается затвором 11. Управляет затвором пневмоцилиндр. На наружной стенке корпуса находятся путевые выключатели, сигнализирующие о нахождении затвора в крайних положениях, а также путевые выключатели, отключающие электродвигатель при открывании затвора во время работы смесителя.

В крышке корпуса выполнены загрузочный патрубок 7 для раздельной загрузки заполнителей и цемента, вытяжной патрубок 6 для соединения с аспирационной системой, смотровой люк и труба для подачи воды.

На роторе закреплены держатели 3 смесительных лопастей 1 и очистные скребки. Внутренний и наружный очистные скребки закреплены на роторе жестко. Держатели лопастей соединяются с ротором торсионной подвеской 2, что предохраняет ротор и редуктор от поломок при заклинивании крупных кусков материала.

Над вращающимся корпусом ротора предусмотрено очистное устройство, которое непрерывно сбрасывает заполнители в смеситель.

Привод бетоносмесителя состоит из электродвигателя, связанного зубчатой муфтой с планетарным дифференциальным редуктором (рис. 10), который включает в себя две последовательные планетарные передачи I и II ступени. Выходной вал 16 редуктора жестко закреплен на чаше бетоносмесителя, а крутящий момент передается ротору через вращающиеся корпуса 4 и 15 редуктора. Для уменьшения динамических нагрузок на зубчатые зацепления электродвигатель установлен на резиновом амортизаторе, допускающем поворот его в период запуска до 4°.

Зубчатые зацепления и подшипники смазываются жидким маслом, которое заливают в корпус редуктора через заливную трубку до уровня, контролируемого щупом. Выходной вал 16 редуктора уплотнен тремя резиновыми армированными манжетами, входной вал 7 — одной. Сливают масло через сливную пробку.

*Бетоносмеситель СБ-138Б*. Объем готового замеса 1000 л. От бетоносмесителя СБ-146А отличается только большими габаритами, массой и мощностью двигателя.

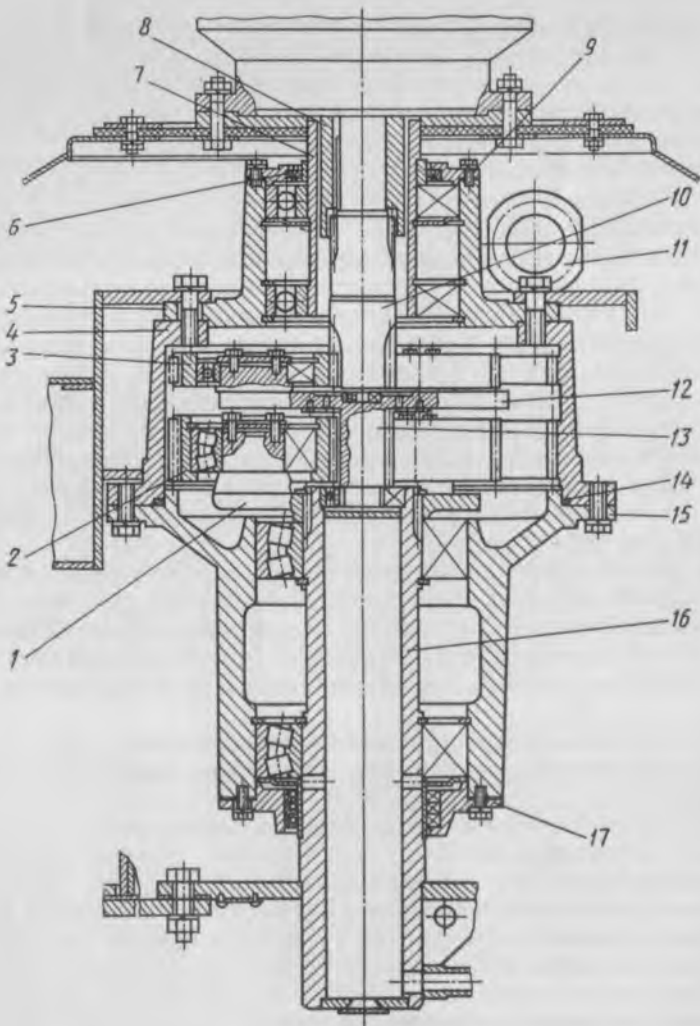


Рис. 10. Планетарно-дифференциальный редуктор:

1, 12 — водила, 2, 3 — сателлиты, 4, 15 — корпуса, 5 — стаканы, 6 — манжеты, 7, 16 — валы, 8 — муфта, 9, 17 — крышки, 10, 13 — валы-шестерни, 11 — рым-болт, 14 — кольцо

Смесители с горизонтально расположенными смесительными валами (лоткового типа). Смеситель СБ-97А (рис. 11). Объем готового замеса 250 л. Металлическая рама 1 состоит из двух боковых стенок, сваренного между ними корпуса цилиндрической формы и двух направляющих для загрузочного ковша 5. На лопастом валу 8 установлено шесть кронштейнов с закрепленными на них лопастями. Верхний вал 4 предназначен для

подъема и опускания загрузочного ковша с помощью стального каната, наматываемого на барабаны.

Затвор 9 для выгрузки готового раствора состоит из крышки, рычагов, шарнирной подвески крышки, вала, системы рычагов закрывания, рычага управления затвором. При закрывании затвора шарнир рычага переходит мертвую точку на  $1-3^\circ$ . Герметичность затвора обеспечивает резиновое уплотнение между

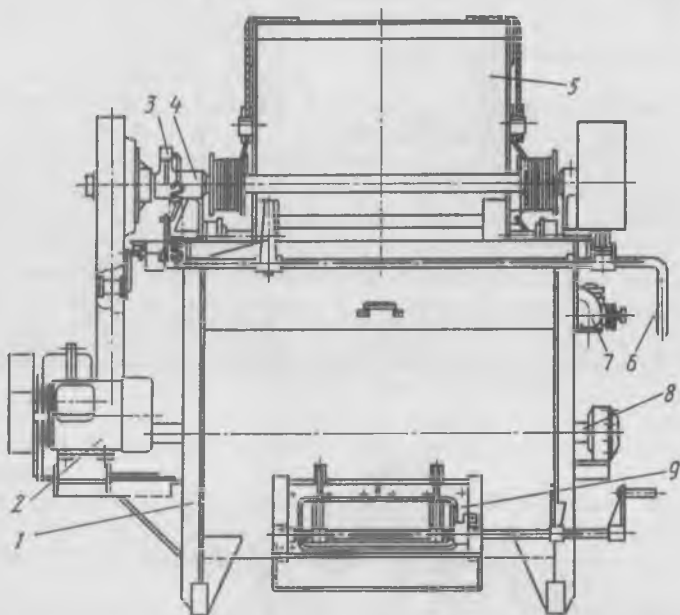


Рис. 11. Смеситель СБ-97А:

1 — рама, 2 — привод, 3, 6 — рычаги, 4 — верхний вал, 5 — ковш, 7 — счетчик воды, 8 — лопастной вал, 9 — разгрузочный затвор

крышкой и чугунной рамкой. Регулируют плотность прилегания затвора муфтой и винтом. Положение крышки фиксируют регулировочными винтами.

Загрузочный ковш сварной конструкции передвигается на катках. Верхние катки катятся по внутренним, а ниже — по наружным поверхностям направляющих швеллеров.

Вращение от вала электродвигателя 5 (рис. 12) через клиноременную передачу 6 и двухступенчатый цилиндрический редуктор 4 передается валу смесительного устройства. На промежуточном валу редуктора посажена звездочка 3, вращение от которой через приводную цепь 7 передается на звездочку 8, свободно вращающуюся на верхнем валу. Звездочка 8 одновременно

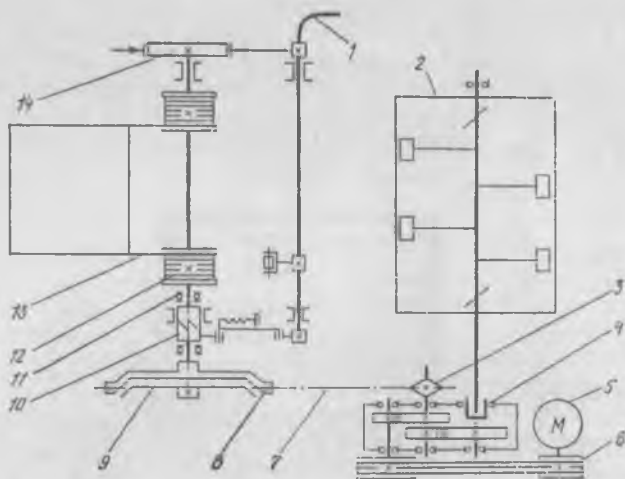


Рис. 12. Кинематическая схема смесителя СБ-97А:

1 — рукоятка, 2 — корпус, 3, 8 — звездочки, 4 — редуктор, 5 — электродвигатель, 6 — клиноременная передача, 7 — цепь, 9, 10 — фрикционная и кулачковая муфты, 11 — барабан, 12 — канат, 13 — ковш, 14 — шкив

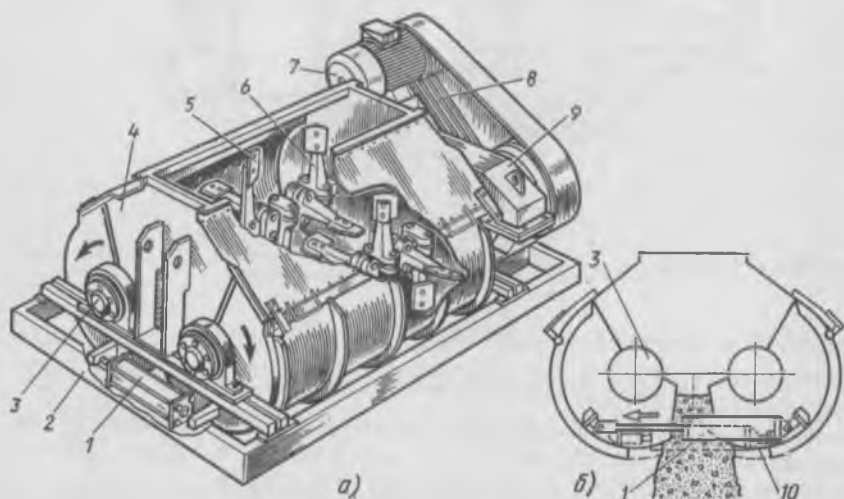


Рис. 13. Бетоносмеситель СБ-163:

а — общий вид, б — положение разгрузки; 1 — пневмоцилиндр, 2 — рама, 3 — лопастный вал, 4 — корпус, 5 — лопасть, 6 — державка, 7 — электродвигатель, 8 — клиноременная передача, 9 — редуктор, 10 — разгрузочный затвор

но является нажимной полумуфтой конусной фрикционной муфты 9.

Поворотом рукоятки 1 через тягу поворачивают рычаг с зубом и включают фрикционную муфту. Вращение от звездочки 3 через фрикционную муфту передается верхнему валу, на котором установлены два барабана 11 с закрепленными на них концами стального каната 12, охватывающего загрузочный ковш 13. На втором конце верхнего вала на шпонке посажен тормозной шкив 14 с ленточным тормозом. Управление тормозом и фрикционом заблокировано. Клиноремennую передачу натягивают перемещением электродвигателя, закрепленного шарнирно, а цепь — качающимся роликом.

*Бетоносмеситель СБ-163* (рис. 13). Объем готового замеса 1000 л. На сварной раме 2 размещены корпус 4, представляющий собой в разрезе две соединенные между собой полутрубы (лотка), и привод, который состоит из электродвигателя 7, зубчатого редуктора 9 и клиноремennой передачи 8, закрытой кожухом. Внутри корпуса в подшипниках смонтированы вращающиеся навстречу друг другу лопастные валы 3, на которых по винтовой линии на державках 6 размещены смесительные лопасти 5 таким образом, что лопасти одного вала при его вращении входят в промежутки между лопастями другого вала, и наоборот.

Крутящий момент от электродвигателя 7, клиноремennую передачу 8, редуктор 9 через гибкую муфту сообщается лопастным валам.

Составляющие смеси поступают в работающий смеситель сверху через загрузочное отверстие. Лопасти 5 перемещают материалы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, смешивая их.

Приготовленная смесь выпускается через разгрузочное отверстие с разгрузочным затвором 10, управляемым пневмоцилиндром 1. После выпуска всей смеси затвор закрывается и смеситель готов к следующему циклу.

## **§ 7. ГРАВИТАЦИОННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ**

*Бетоносмеситель установки СБ-109 А* (рис. 14) производительностью 120 м<sup>3</sup>/ч состоит из барабана 2, загрузочной воронки 1, подвешенной к балке рамы 4, роликовой опоры 3, разгрузочной воронки 6, спиц 7, вала 8, подшипников 9, привода, кожуха 12 и лопастей 13. Конструкция загрузочной воронки позволяет свободно проходить материалам без образования сводов. Благодаря футеровке воронка обладает повышенной стойкостью против абразивного изнашивания. Для осмотра смесительного барабана воронка сделана откатной на роликах, перемещаемых по балке.

Смесительный барабан 2 — цилиндрическая обечайка диаметром 1,6 м — сварена из листовой стали. Внутренняя поверхность покрыта футеровкой из отдельных износостойких секций, закрепленных на обечайке заклепками. Барабан имеет три точки опоры: две из них (через бандаж) — роликовые 3, третья — подшипник 9, в котором вращается приводной вал 8. Барабан вращается вокруг своей горизонтальной оси.

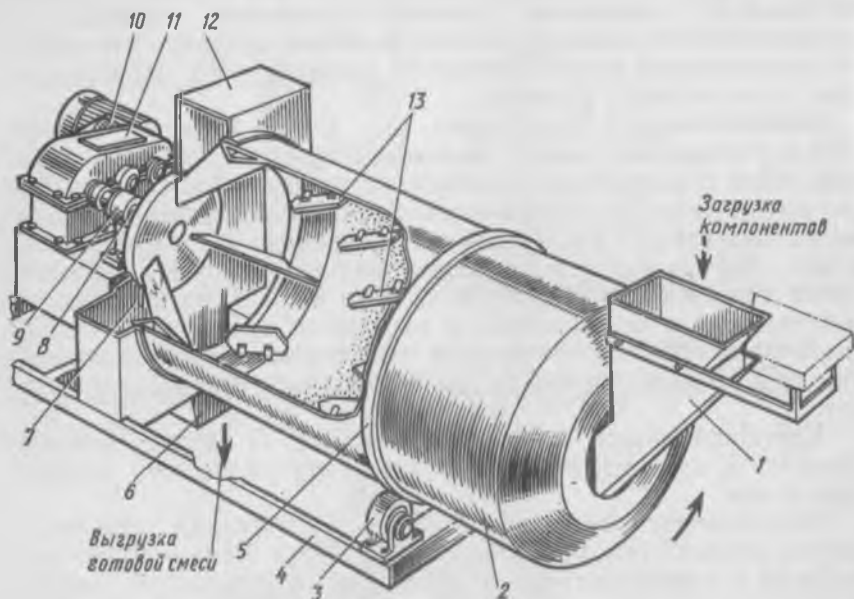


Рис. 14. Гравитационный смеситель непрерывного действия установки СБ-109А:

1 — загрузочная воронка, 2 — барабан, 3 — роликовая опора, 4 — рама, 5 — бандаж, 6 — разгрузочная воронка, 7 — спицы, 8 — вал, 9 — подшипник, 10 — клиноременная передача, 11 — редуктор, 12 — кожух, 13 — лопасти

Для хорошего смешивания и транспортирования материалов от загрузочной к выгрузочной воронке плоские лопасти 13 закреплены на внутренней поверхности барабана под углом к его оси. Лопасти крепят к барабану резьбовыми соединениями, поэтому при необходимости их можно заменять. Рабочая поверхность лопастей покрыта износостойкой наплавкой, повышающей срок их службы.

Барабан приводится в действие от электродвигателя через редуктор 11 и вал 8, соединенный с барабаном тремя спицами 7, которые приварены к обечайке барабана 2 и к валу 8. Спицы расположены по торцу барабана под углом  $120^\circ$  одна по отношению к другой. Образовавшиеся окна между спицами служат

разгрузочными отверстиями, по которым бетонная смесь проходит к выгрузочной воронке.

От разбрызгивания смеси выгрузочное пространство бетоносмесителя защищено кожухом 12, укрепленным на раме 4.

Бетоносмеситель СБ-118 выполнен по такой же схеме, но его производительность 250 м<sup>3</sup>/ч.

### Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют смесители? 2. В чем разница между циклическими смесителями и смесителями непрерывного действия? 3. Из каких основных сборочных единиц состоят смесители? 4. Что представляет собой смесительный механизм гравитационного смесителя и смесителя принудительного действия?

## ГЛАВА III

# ДОЗИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### § 8. КЛАССИФИКАЦИЯ

Для получения бетонной смеси или раствора заданного состава необходимо правильно отмеривать (дозировать) количество составляющих (вяжущих, заполнителей, воды, добавок) перед поступлением их в смеситель. Заданное количество составляющих можно измерять по объему или массе, или по объему с корректированием массы (для легких заполнителей). Отклонение от заданного количества содержания дозы того или иного материала называют погрешностью дозирования и измеряют в процентах. Согласно ГОСТ 7473—85 допустимая погрешность дозирования для вяжущих, воды и добавок составляет  $\pm 2\%$ , для заполнителей —  $\pm 2,5\%$ .

Устройства для отмеривания количества составляющих называют дозаторами. По характеру работы дозаторы подразделяют на циклические, которые дозу материала отмеривают (по объему или массе) в мерном бункере и выгружают из него и затем цикл повторяют, и непрерывного действия, которые подают в смеситель (по объему или по массе) материал непрерывно равномерным потоком.

По методу дозирования различают дозаторы объемные, весовые и смешанные (объемно-весовые).

Объемные дозаторы сыпучих материалов наиболее просты по конструкции, однако точность дозирования их невысокая. Она зависит от физико-механических свойств (влажности, крупности, плотности) сыпучих материалов, а также от способа заполнения мерных сосудов (интенсивности и высоты наполнения, степени уплотнения). Точность дозирования снижается с увели-



чением крупности материалов, интенсивности и высоты их падения (истечения).

Объемное дозирование сыпучих материалов иногда применяют на отдельно стоящих смесителях, в некоторых смесительных установках непрерывного действия небольшой производительности.

*Объемные дозаторы жидкости* в отличие от дозаторов сыпучих материалов дают возможность более точно дозировать жидкость, так как ее плотность при постоянной температуре изменяется незначительно.

*Весовые дозаторы* сыпучих материалов сложнее по конструкции, но позволяют дозировать с меньшей погрешностью. Влияние ряда факторов (крупности, плотности, интенсивности наполнения, высоты падения и степени уплотнения материалов) на погрешность взвешивания в значительной степени сглаживается. Такой вид дозирования применяют на всех бетонных установках средней и большой производительности.

При объемно-весовом (смешанном) дозировании (например, при дозировании заполнителей для производства керамзитобетона) один материал (керамзит) дозируют по объему и обязательно обеспечивают суммарную массу этого и другого материала (песка).

По способу управления выпускают дозаторы с ручным, дистанционным и автоматическим управлением. В циклических объемных дозаторах используют ручное и дистанционное управление, а в весовых — еще и автоматическое. В дозаторах непрерывного действия ручное управление применяют только при объемном дозировании, дистанционное и автоматическое — при объемном и весовом.

При *ручном* управлении циклическими дозаторами затворы бункеров открывает и закрывает машинист. Производительность дозаторов непрерывного действия изменяют вручную путем регулирования шиберам высоты слоя дозируемого материала или скорости его передвижения.

При *дистанционном* управлении загрузкой, дозированием и выгрузкой управляют с пульта, наблюдая за стрелками циферблатных указателей, нажимают кнопки (ключи, тумблеры), обеспечивая отвешивание заданных доз. В дозаторах непрерывного действия дистанционное управление осуществляют также на расстоянии с пульта.

При *автоматическом* управлении регулируют производительность дозаторов непрерывного действия путем изменения скорости движения материала и его количества на ленте.

По схеме подвески весовых бункеров различают рычажные и безрычажные дозаторы, т. е. на тензометрических преобразователях, в которых масса материала воспринимается тензорезисторами и преобразуется в электрические сигналы, переда-

ваемые в систему автоматики бетоносмесительного завода или цеха. Дозаторы на тензометрических преобразователях по сравнению с рычажными проще по конструкции и дозируют материал с меньшей погрешностью.

По принципу построения системы автоматического регулирования автоматические весовые дозаторы непрерывного действия разделяют на дозаторы прямого и непрямого действия.

*Дозатор прямого действия* представляет собой агрегат, в котором смонтированы устройства для взвешивания и изменения подачи дозируемого материала. Производительность такого дозатора автоматически регулируется путем изменения высоты слоя (либо массы) дозируемого материала или за счет изменения скорости ленты конвейера.

*Дозатор непрямого действия* состоит из двух самостоятельных агрегатов: для изменения подачи и для изменения дозы материалов. Производительность дозатора автоматически регулируется от сигнала взвешивающего устройства ленточного конвейера или от сигнала взвешивающего устройства расходного бункера, из которого подается материал.

## § 9. ЦИКЛИЧНЫЕ ДОЗАТОРЫ

**Объемные дозаторы.** Работа дозатора воды ДВК с расходом 1,5—10 м<sup>3</sup>/ч основана на отмеривании количества проходящей через него жидкости с помощью крыльчатки, связанной со счетчиком и вращающейся внутри дозатора под действием движущейся жидкости.

Количество проходящей жидкости регистрирует циферблатный указатель, смонтированный непосредственно на корпусе дозатора. По достижении заданной дозы машинист открывает (или закрывает) впускной клапан. Дозатор применяют на смесителях с объемом готового замеса до 500 л.

*Дозатор жидкости с автоматическим управлением (рис. 15) на базе счетчика воды ДВК-40.* Измеряющий прибор состоит из корпуса 1 с механической крыльчаткой 12, счетного диска 11, штепсельного разъема 10, электронного бесконтактного преобразователя 8 с усилителем 9 и фильтра 7. Прибор подает электрические импульсы, число которых пропорционально объему проходящей через него жидкости.

Непосредственно на измерителе объема смонтирован пульт управления, на котором размещены передающий преобразователь доз жидкости 6, указатель объема 2, тумблер включения 4, сигнальная лампа 3 и переключатель 5.

При подаче в дозатор воды крыльчатка 12 начинает вращаться, увлекая за собой счетный диск, который проходит паз электронного бесконтактного преобразователя 8. Количество

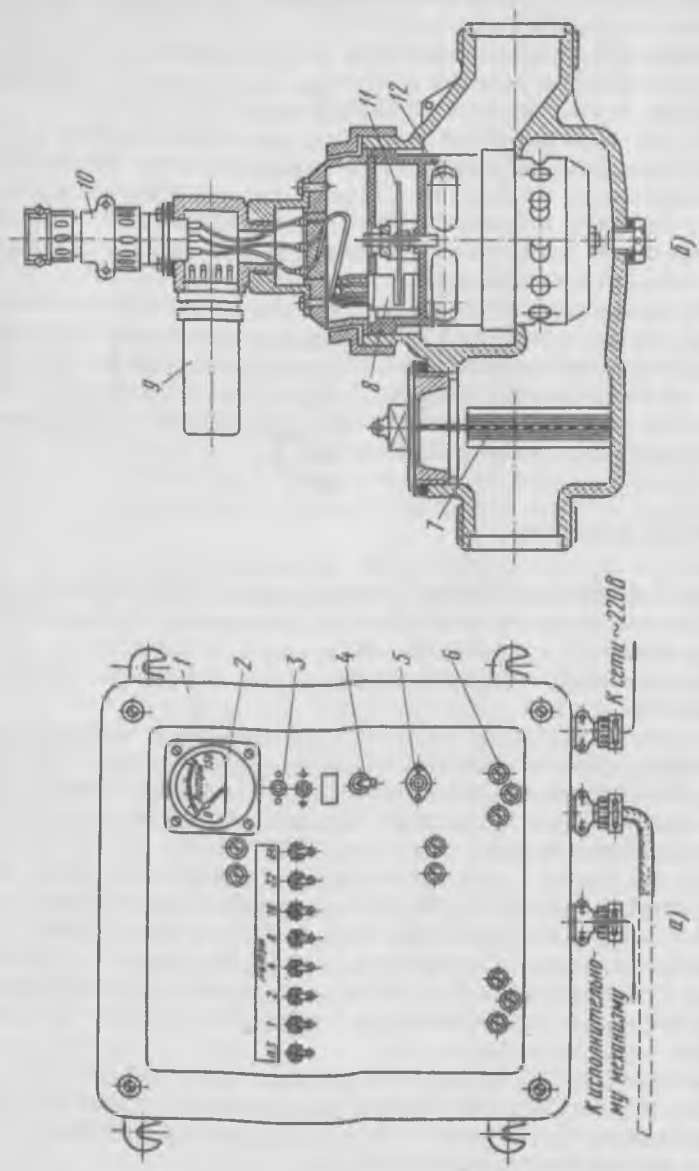


Рис. 15. Объемный дозатор жидкости с автоматическим управлением:  
 а — пульт управления, б — измеритель объема; 1 — корпус, 2 — указатель объема, 3 — сигнальная лампа, 4 — тумблер включения, 5 — переключатель, 6, 8 — преобразователи, 7 — фильтр, 9 — усилитель, 10 — штатный разъем, 11 — счетный диск, 12 — механическая крыльчатка

прохождений счетного диска через паз электронного преобразователя пропорционально объему протекающей жидкости.

Необходимую дозу жидкости набирают с помощью задатчика, представляющего собой группу из восьми тумблеров, включаемых в комбинации в соответствии с заданным объемом жидкости. Внутри пульта смонтированы блок ячеек и блок питания. В качестве исполнительного механизма для открывания и закрывания трубопровода использован сальниковый вентиль с электромагнитным приводом.

**Весовые дозаторы** (табл. 6) должны обладать следующими качествами:

устойчивостью, т. е. способностью после нарушения равновесия вновь через 2—3 затухающих колебания стрелки возвращаться в первоначальное положение;

чувствительностью, которая характеризуется минимальной массой груза, под действием которого заметно отклонение стрелки циферблатного указателя (например, на одно деление);

постоянством показаний, т. е. повторяемостью перемещений стрелки циферблатного указателя на один и тот же угол при неоднократном нагружении одним и тем же грузом;

верностью — соответствием показаний стрелки циферблатного указателя контрольным грузам.

*Серия ВДБ.* В дозаторах использован принцип автоматического уравнивания силы тяжести взвешиваемого материала с помощью пружинного силоизмерителя. Цемент подается винтовым питателем, жидкость — по трубопроводу через впускной затвор, а заполнители — методом накопления в ковше скипового подъемника. Управление дозаторами — дистанционное.

В исходном положении стрелки циферблатных указателей находятся на нуле. Все затворы закрыты, на платформе дозатора заполнителей находится порожний ковш скипового подъемника. При включении у дозаторов заполнителей открываются впускные затворы, а в дозаторе для цемента включается винтовой питатель и дозируемые материалы поступают в емкости.

Усилие от массы поступаемого материала через рычажную систему подается на циферблатный указатель, где уравнивается силой упругой пружины. Деформация пружины преобразуется в поворот указательной стрелки циферблатного указателя. По достижении заданного значения массы (дозы) флажок указательной стрелки циферблатного указателя входит в паз соответствующего датчика (преобразователя). В систему управления поступает импульс, т. е. дается команда на прекращение подачи материала, закрытие затворов (останов питателей).

При получении с пульта управления команды на опорожнение открываются выпускные затворы дозаторов цемента и жидкости (происходит разгрузка материала), ковш перемещается к смесителю. Материал высыпается, стрелки циферблатных ука-

Таблица 6. Циклические весовые дозаторы

Серия	Индекс	Объем готового замеса смеси-теля, л
ВДБ-250Д ВДБ-500/750Д ВДБ-1000/1500	ДЦ-100Д; ДЖ-100Д; ДИ-500Д * ДП-200Д; ДЖ-200Д; ДИ-1200Д ** ДЦ-500Д; ДЖ-200Д; ДИ-2000Д ***	165 330; 500 800; 1000
ДБ-500	6.004.АД-500-БП; 6.012.АД-500-2БП; 6.008.АД-500-БЩ; 6.013.АД-800-2БЩ; 6.027.АД-800-2Бж; 6.006.АД-200-2БЖ; 6.010.АД-400-2ВЦ	330; 500
ДБ-1000	6.000.АД-800-БП; 6.003.АД-1600-2БП; 6.007.АД-800-БЩ; 6.011.АД-1600-2БЩ; 6.023.АД-1600-2Бж; 6.002.АД-400-2БЖ; 6.001.АД-600-2ВЦ	800; 1000
ДБ-2000	6.043.АД-2000-ВП; 6.044.АД-2500-БЩ; 6.046.АД-500-2БЖ	1600; 2000
ДТИ-2500 ДТЦ-500 ДТЖ-200 ДТЖ-100	КД-1500.10.00.000.ВД КД-1500.20.00.000.ВД КД-1500.30.00.000.ВД КД-1500.40.00.000.ВД	800; 1000

Примечание. Условные обозначения: А — автоматический, Б — бетон, В — весовой, Д — дозатор, Ж — жидкость, И — инертный, к — керамзит, К — комплект, М — модернизированный, П — песок, Т — тензометрический, Ц — цемент, Щ — щебень, 2 — двухфракционный.

\* Поставляют с блоком БАУ-9 или БАУ-5.

\*\* То же, с блоком БАУ-5.

\*\*\* То же, с блоком БАУ-9 и прибором ПКУ-1.

зателей возвращаются в нулевое положение (на дозаторе заполнителей после возвращения порожнего ковша на платформу). Флажки указательных стрелок входят в паз нулевого датчика (преобразователя), выпускные затворы дозаторов цемента и жидкости закрываются, и цикл повторяется вновь.

Все дозаторы состоят из весоизмерительных устройств с датчиком доз и исполнительных механизмов. Дозаторы цемента и дозаторы заполнителей работают с исполнительными механизмами, являющимися частью технологического оборудования бетонорастворных установок.

Конструкция указателей, установленных на дозаторах, позволяет дозировать компоненты бетонной смеси с дистанционным заданием и наблюдением за массой отвеса.

Дозаторы цемента и жидкости различаются конструкцией затворов, размерами (высотой и объемом емкостей), в остальном они унифицированы.

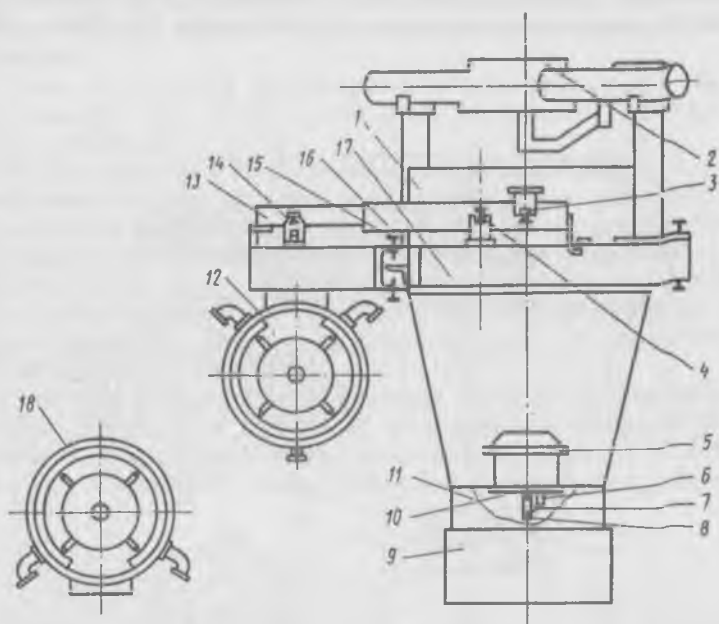


Рис. 16. Дозатор жидкости ДЖ-100Д (ДЖ-200Д):

1 — бункер, 2 — впускной затвор, 3 — подушка, 4, 14 — призмы, 5 — пневмокамера, 6 — преобразователь, 7 — флажок, 8, 16 — рычаги, 9 — рукав, 10 — клапан, 11 — затвор, 12 — пружинный указатель, 13 — тяга, 15 — установочный винт, 17 — рама, 18 — дублирующий указатель

Дозатор жидкости (рис. 16). В основании конической части бункера 1 цилиндрической формы расположен выпускной затвор 11 клапанного типа. Клапан 10, закрывающий выпускное отверстие, укреплен на рычаге 8, который поворачивается на оси под действием пневмокамеры 5.

Сваренная из швеллеров рама 17 имеет четыре отверстия для крепления дозатора в металлоконструкции бетоносмесительной установки. На стойках, закрепленных в углах рамы, установлен впускной затвор 2, аналогичный выпускному. В качестве привода затворов применена диафрагменная пневмокамера 5. Затвор открывается напором сжатого воздуха (давление в пневмосети 0,4... 0,6 МПа) и закрывается под действием пружин, расположенных на штоке пневмокамеры. Закрытое положение затвора

контролируют по вхождению флажка 7 в паз преобразователя 6. На обоих рычагах 8 и 16 затворов есть резиновые экраны для предотвращения разбрызгивания жидкости. Чтобы исключить разбрызгивание ее при сливе из дозатора в бетоносмеситель, бункер снабжен рукавом.

Рычажная система представляет собой неравноплечий двоянный весовой рычаг 16, который с помощью двух призм 4 и подушек 3 опирается на опорные стойки рамы. На одно плечо

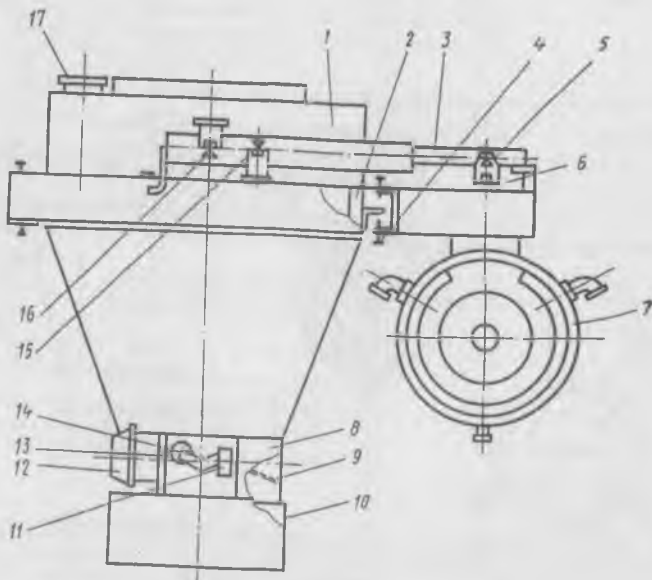


Рис. 17. Дозатор цемента ДЦ-100Д (ДЦ-200Д):

1 — бункер, 2 — рама, 3, 14 — рычаги, 4 — установочный винт, 5, 15 — призмы, 6 — тяга, 7 — пружинный указатель, 8 — затвор, 9 — заслонка, 10 — рукав, 11 — преобразователь, 12 — пневмокамера, 13 — флажок, 16 — подушка, 17 — отверстие для выхода воздуха

рычага посредством призм и подушек подвешен бункер, противоположный конец соединен призмой 14 и тягой 13 с циферблатным указателем.

В транспортное (рабочее) положение дозаторы приводят установочными винтами 15.

В рабочем положении зазор между уголком бункера и винтами должен быть достаточным для хода бункера во время загрузки.

**Дозатор цемента** (рис. 17). В основании бункера 1 цилиндрикоконической формы дозатора ДЦ-100Д расположен выпускной затвор 8 дроссельного типа. В горловине затвора закреплена заслонка 9, поворачивающаяся на оси через рычаг 14 под

действием пневмокамеры 12. Затвор открывается давлением сжатого воздуха (оно составляет 0,4—0,6 МПа) и закрывается усилием пружин, расположенных на штоке пневмокамеры. При закрытом затворе флажок 13 входит в паз преобразователя 11. Чтобы исключить распыление материала, на горловины верхней части бункера и затвора подсоединяют рукава 10. В верхней части бункера рядом с горловиной есть отверстие 17 для выхода воздуха при загрузке материала, закрываемое крышкой.

Рама, на которой размещены стойки с подушками 16, рычаг с призмами 15 и тягой 6, аналогична по конструкции с дозатором жидкости.

У дозатора ДЦ-500Д в отличие от ДЦ-100Д и ДЦ-200Д рычажная система весового механизма имеет два рычага: неравноплечий сдвоенный верхний и нижний с передаточным отношением 1:2. Верхний рычаг призмами опирается на подушки опорных стоек рамы, одним плечом он соединен призмой и тягой с нижним рычагом. Нижний рычаг установлен на стойке, закрепленной на плите в основании рамы, и соединен тягой с пружинным указателем 7.

Дозаторы заполнителей. Весовые рычажные механизмы дозаторов ДИ-500Д и ДИ-1200Д различаются передаточным отношением. Грузоподъемное устройство дозатора ДИ-500Д (рис. 18) состоит из рамы 2 сварной конструкции, двух грузо-

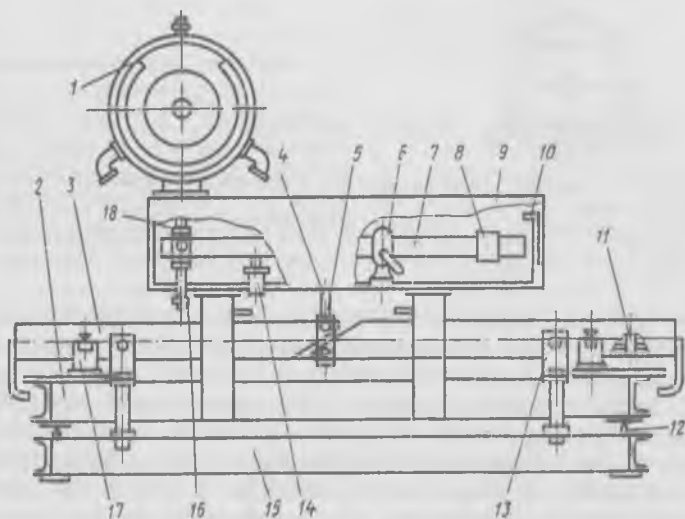


Рис. 18. Дозатор заполнителей ДИ-500Д (ДИ-1200Д):

1 — пружинный указатель, 2 — рама, 3 — грузоприемный рычаг, 4, 18 — тяги, 5 — соединительная серьга, 6 — стойка, 7 — рычаг, 8 — гарный груз, 9 — корпус, 10 — подвижный упор, 11 — установочный винт, 12 — штырь, 13 — серьга, 14 — успокоитель колебаний, 15 — платформа, 16 — гайка, 17 — стойка



приемных рычагов 3 и платформы 15. Рычаги 3 опираются призмами на подушки опорных стоек 17, установленных по углам рамы. Между собой и рычажным механизмом рычаги соединены серьгами 5 и тягами 4. В каждом рычаге имеется по два установочных винта 11 для приведения дозаторов в транспортное (рабочее) положение.

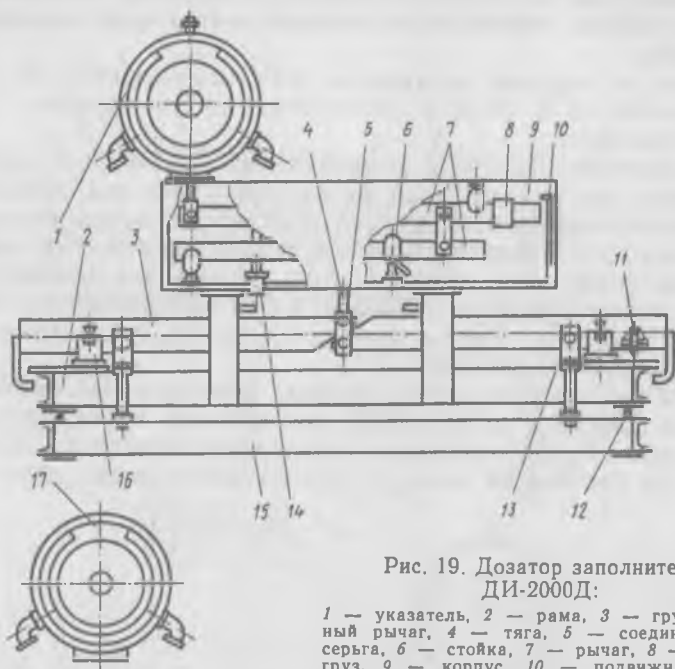


Рис. 19. Дозатор заполнителей ДИ-2000Д:

1 — указатель, 2 — рама, 3 — грузоприемный рычаг, 4 — тяга, 5 — соединительная серьга, 6 — стойка, 7 — рычаг, 8 — тарный груз, 9 — корпус, 10 — подвижный упор, 11 — установочный винт, 12 — штырь, 13 — серьга, 14 — успокоитель колебаний, 15 — платформа, 16 — стойка, 17 — дублирующий указатель

Платформа четырьмя серьгами 13 с подушками подвешена на призмы рычагов и свободно качается в горизонтальной плоскости. Штыри 12 ограничивают ее качание, гасят возможные удары при загрузке и служат для приведения платформы в транспортное положение. В процессе работы штыри конической частью входят в отверстия косынок рамы с некоторым зазором, который и позволяет платформе свободно качаться. В транспортном положении они упираются корпусом в отверстия косынок и не дают возможности платформе самопроизвольно смещаться.

В сварном корпусе 9 весового рычажного механизма размещены стойка 6, подвижный упор 10 и успокоитель колебаний

14. Рычаг 7 опирается призмой на подушки стойки и соединен тягой 4 с рычагами 3 грузоприемного устройства, а тягой 18 — с пружинным указателем. При транспортировании закрепляют тягу 18 указателя.

Для грубой регулировки тары предназначен тарный груз 8, перемещающийся по рычагу.

Грузоприемные устройства дозаторов ДИ-1200Д и ДИ-2000Д (рис. 19) отличаются только размерами, а весовой рычажный механизм дозатора ДИ-2000Д другой конструкции. В сварном корпусе размещены две опорные стойки 6: одна в основании шкафа, другая — в верхней его части. На подушки стоек опираются два рычага 7, соединенные серьгой. Верхний рычаг соединен тягой 4 с пружинным указателем 1, нижний — тягой с грузоприемным устройством. К грузоприемному устройству четырьмя болтами крепится весовой рычажный механизм.

В дозаторах ВДБ применены указатели единой конструкции: циферблатный пружинный типа УЦП-250-ЗВД с полезной нагрузкой 20 кг и циферблатный дублирующий УЦД-250-ЗВД.

Циферблатный пружинный указатель УЦД-250-ЗВД (рис. 20) предназначен для автоматического уравнивания приложенной к тяге нагрузки, визуального отсчета ее значения по шкале циферблата. Конструкция его позволяет последовательно дозировать до четырех доз составляющих бетонной смеси с дистанционной передачей показаний. В корпусе указателя размещены: циферблат 1, силоизмеритель, задатчик доз со шкалой, указательная стрелка, сельсин-датчик, который позволяет осуществлять передачу показаний на дублирующие приборы, установленные в кабине оператора.

Силоизмеритель состоит из верхней 15 и нижней 6 траверс, двух пружин 12, подвески 11, штыря 16 и гайки 17, тяги 14. Под воздействием массы поступающего материала на тягу 5

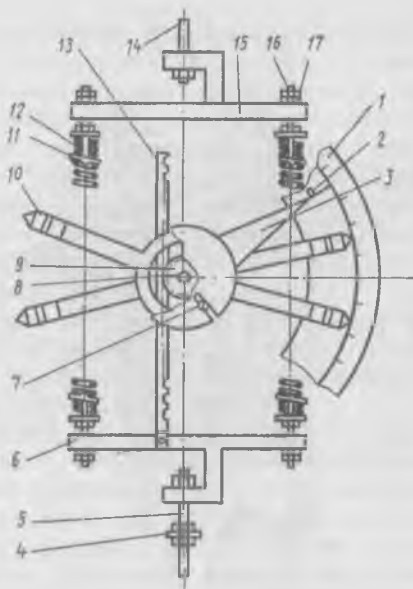


Рис. 20. Пружинный указатель УЦД-250-ЗВД:

- 1 — указатель, 2 — флажок, 3 — указательная стрелка, 4 — шайба, 5, 14 — тяги, 6, 15 — нижняя и верхняя траверсы, 7 — тарировочный грузик, 8 — шестерня, 9 — сельсин-датчик (сельсин-приемник), 10 — стрелка доз, 11 — подвеска, 12 — пружина, 13 — рейка, 16 — штырь, 17 — гайка

пружины 12 деформируются, нижняя траверса перемещается в направлении действия силы, указательная стрелка поворачивается на оси (через шестерню 8 и рейку 13) отсчетного механизма на расстояние, пропорциональное приложенному усилию.

Задатчик доз состоит из четырех стрелок доз 10 с бесконтактными датчиками. Указательная стрелка 3, закрепленная на оси, имеет тарировочные грузики 7 и металлический флажок 2, взаимодействующий с датчиком стрелок доз.

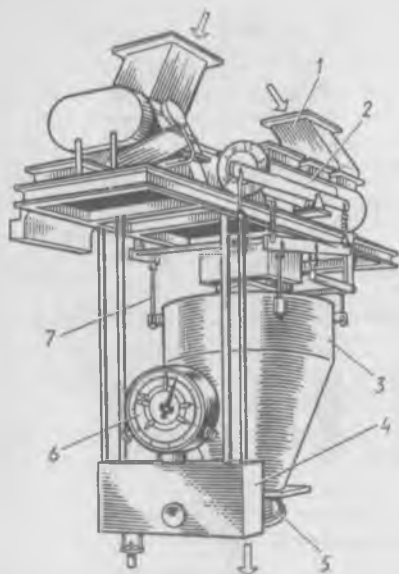


Рис. 21. Дозатор цемента 6.001.АД-600-2БЦ:

1 — патрубок, 2 — питатель, 3 — весовой бункер, 4 — весовой шкаф, 5 — затвор, 6 — указатель, 7 — весовая рычажная система

Для защиты циферблатного указателя от пыли стекло и крышка установлены на резиновых прокладках, а место ввода соединительной тяги защищено резиновой оболочкой.

Сельсин-датчик укреплен двумя накладками в стакане, который четырьмя винтами привернут к задней стороне переходной планки. В стакане предусмотрены окна для доступа к муфте. Одна из полумуфт навинчена и заштифтована на валу сельсина, вторая закреплена на конце оси стрелки с помощью двух установочных винтов.

При аварийных ситуациях (при перегрузке) микропереключатель дает сигнал на прекращение загрузки материала (подача световых или звуковых сигналов).

Циферблатный дублирующий указатель модели УЦД-250-ЗВП — малогабаритный показывающий прибор со стрелками доз.

*Серия дозаторов ДБ.* Их используют в качестве встроенного оборудования на бетонных заводах и в бетоносмесительных цехах заводов сборного железобетона. В основном выпускают двухфракционные дозаторы серии ДБ (по специальным заказам) и однофракционные.

В состав дозаторов серии ДБ входят питающие и грузоприемное устройства, рычажная и пневматическая системы, панель местного управления, местный и дистанционный циферблатные указатели.

*Двухфракционный дозатор 6.001.АД-600-2БЦ* для цемента (рис. 21) состоит из весового бункера 3, разгрузочный затвор 5 которого снабжен пневмоцилиндром, и двух винтовых питателей 2 с приводом. Питатели со стороны выгрузки заканчиваются клапанами с приводом от пневмоцилиндра. Бункер подвешен на весовой рычажной системе 7 с квадрантным указателем 6. Из расходного в весовой бункер 3 цемент подается через питатели 2.

При поступлении сигнала на загрузку срабатывает воздухо-распределитель, открывающий доступ сжатого воздуха к пневмоцилиндру. Одновременно начинает вращаться питатель 2, цемент из которого поступает в бункер 3. Стрелка циферблатного указателя при этом вращается по часовой стрелке. Когда в бункер поступит 90—95% заданной дозы материала, подают сигнал с пульта на закрытие клапана и переключение питателя на меньшую частоту вращения. После достижения заданной массы поступление цемента из данного питателя прекращается. При необходимости подают цемент из второго питателя.

При получении сигнала, разрешающего выгрузку материала, сжатый воздух поступает в пневмоцилиндр, затвор 5 открывается и материал из бункера разгружается. После закрытия затвора дозатор готов к приему новой порции цемента.

*Двухфракционный дозатор 6.027.АД-800-2Бк* (рис. 22) для пористых заполнителей (например, керамзита). Особенность этих дозаторов — необходимость учитывать постоянно изменяющуюся плотность пористых заполнителей. Первоначально дозируют пористые заполнители в заданном объеме, затем — песок и контролируют общую массу. Для этого дозатор оборудован барабанным питателем для пористых заполнителей с приводом и секторным затвором 8 для мелких фракций тяжелых заполнителей, в остальном он не отличается от дозатора 6.001.АД-600-2БЦ.

Суммарную массу керамзита и песка определяют по циферблатному указателю дозатора. В исходном положении стрелка указателя находится в нулевом положении, затвор питающего устройства и крышка грузоприемного устройства закрыты.

При поступлении сигнала включается электродвигатель 5, который через клиноременную передачу 4, редуктор 3 и муфту приводит во вращение барабанный питатель 2 и керамзит начинает поступать в весовой бункер 9. На валу барабана смонтирован диск с четырьмя флажками, которые взаимодействуют с преобразователем, передающим сигналы (импульсы) на счетное устройство. По достижении заданного числа импульсов электродвигатель отключается и питатель останавливается. Поступление керамзита в весовой бункер прекращается. Затем поступает сигнал, по которому срабатывает пневмораспределитель, открывающий доступ сжатого воздуха в пневмоцилиндр

10, который открывает затвор 8, и начинает поступать в бункер 9 песок до тех пор, пока суммарная масса керамзита и песка не достигнет заданной. Затем открывается затвор 11 и взвешенные материалы направляются в бетоносмеситель.

По мере опорожнения бункера стрелка возвращается в нулевое положение.

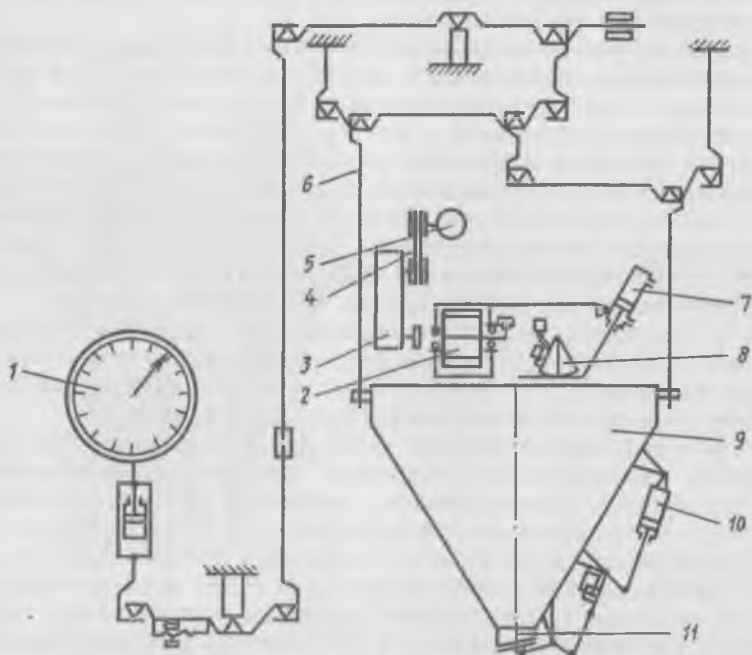


Рис. 22. Кинематическая схема дозатора 6.027.АД-800-2Бк:

1 — указатель, 2 — питатель, 3 — редуктор, 4 — клиноременная передача, 5 — электродвигатель, 6 — весовая рычажная система, 7, 10 — пневмоцилиндры, 8, 11 — загрузочный и разгрузочный затворы, 9 — весовой бункер

*Серия дозаторов ДТ.* Комплект дозирующего оборудования КД-1500 не имеет весовой рычажной системы. Массу поступающего в весовой бункер материала воспринимают тензометрические преобразователи, электрический сигнал которых зависит от взвешиваемой дозы и воспринимается системой автоматики.

Комплект дозирующего оборудования, состоящий из многофракционного дозатора заполнителей, однофракционных дозаторов цемента и воды и двухфракционного дозатора химических добавок, предназначен для работы на бетоносмесительных установках СБ-145-2, СБ-171 с бетоносмесителями с объемом готового замеса 1000 л.

Двухфракционный дозатор ДТЖ-100 на тензометрических преобразователях (рис. 23) включает в себя весовой бункер 6, на котором смонтированы четыре резиновые мембраны 3 (по две на каждую добавку), разделенные пружинами 4. Входное и выходное отверстия закрыты клапанами 1. По мере поступления в весовой бункер добавки возрастает электрический сигнал в тензорезисторе. Когда масса добавки достигает заданного значения, подача ее прекращается. При необходимости точно так же поступает в бункер 6 вторая добавка. По окончании подачи открывается сливной клапан и добавки поступают в смеситель.

#### § 10. ДОЗАТОРЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Автоматические весовые дозаторы непрерывного действия СБ-111 и СБ-71Б для дозирования сыпучих исходных материалов применяют в смесительных инвентарных установках производительностью 35 и 120 м<sup>3</sup>/ч.

Дозатор заполнителей СБ-111 к установке СБ-109А (рис. 24).

Воронка 1 сварной конструкции выполнена в виде усеченной пирамиды, верхнее основание которой заканчивается фланцем с отверстиями для присоединения к расходному бункеру.

К воронке 1 через шарнирные опоры 11, расположенные по оси ее выходного отверстия и прикрепленные к кронштейну 2, присоединен весовой конвейер. Второй опорой конвейера является первичный преобразователь усилий 4, подвески которого шарнирно соединены с кронштейнами 3 и 5.

Весовой конвейер состоит из двух щек 8, натяжного и приводного барабанов, ленты 9, рамы 13 с конструктивными связями. Опорные ролики 14 предотвращают провисание ленты, длину которой регулируют винтом 12. Скребок 7 очищает ленту от налипших частиц материала. Привод 15 конвейера состоит из вариатора с присоединенным к нему на фланцах электродвигателем, редуктора и цепной передачи 10.

Массу дозируемого материала, поступающего на ленту конвейера, воспринимает преобразователь усилий. Деформация динамометрического кольца, пропорциональная массе материала

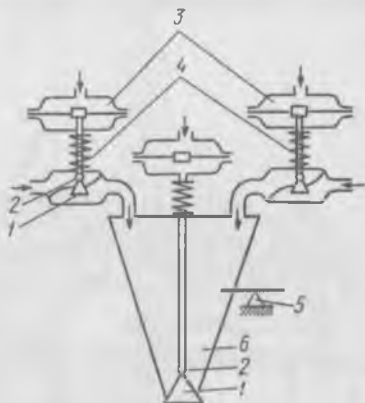


Рис. 23. Схема двухфракционного дозатора добавок на тензометрических преобразователях (тензорезисторах):

1 — клапаны, 2 — шарниры, 3 — мембраны, 4 — пружины, 5 — призматическая опора, 6 — бункер

на ленте конвейера, преобразуется через рычажную систему в перемещение плунжера преобразователя усилия.

В верхней части корпуса 4 (рис. 25) преобразователя усилия закреплено упругое динамометрическое кольцо 2. Внутри кольца плунжер 3 индуктивного преобразователя 5 ввинчен в подвижную тягу 7. При приложении нагрузки к тягам 1 и 7 кольцо деформируется и перемещает плунжер. Таким образом, масса материала на ленте конвейера преобразуется в напря-

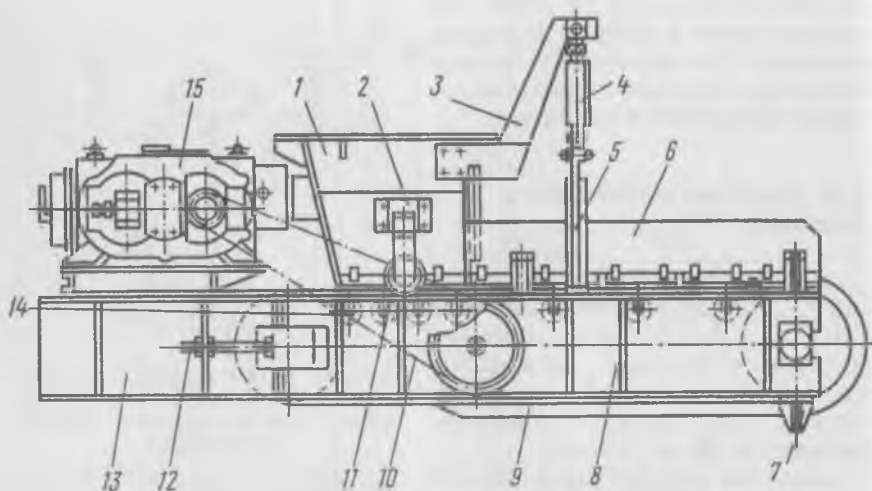


Рис. 24. Дозатор заполнителей СБ-111:

1 — воронка, 2, 3, 5 — кронштейны, 4 — преобразователь усилия, 6 — борт, 7 — скребок, 8 — щетка, 9 — лента, 10 — цепная передача, 11 — опора, 12 — винт, 13 — рама конвейера, 14 — опорные ролики, 15 — привод конвейера

жение переменного тока, снимаемого с вторичной обмотки преобразователя. Сигнал от преобразователя усилия через штепсельный разъем 8 поступает в систему управления. Производительность дозатора 30—100 т/ч, мощность электродвигателя 4 кВт.

Поддерживает постоянную производительность дозатора замкнутая система автоматического регулирования, в которую входят задающее устройство, усилитель (регулятор), релейный усилитель (реверсивный магнитный пускатель) и исполнительный орган (вариаторный привод). В цепь обратной связи системы включен тахогенератор.

Дозатор работает следующим образом. Заполнитель из приемной воронки поступает на ленту дозатора и перемещается вместе с ней к выходу. Лента конвейера при этом все время находится в горизонтальном положении. При продолжительных

отклонениях (свыше 10 с) весового конвейера от горизонтального положения (что свидетельствует о перегрузке) дозатор с помощью двух ртутных переключателей останавливается.

Дозатор СБ-71Б (рис. 26) для непрерывного весового дозирования цемента состоит из двухбарабанного питателя 2, весового конвейера 13, преобразователя усилия 4, привода 1 и системы автоматического регулирования производительности.

Барабаны (ведущий и ведомый) расположены в питателе один над другим, каждый состоит из шести ячеек.

К питателю на шарнирных опорах 10, лежащих на одной оси и проходящих через середину разгрузочного отверстия корпуса питателя, подвешен весовой конвейер. Второй опорой конвейера служит преобразователь усилия. Конвейер состоит из двух щек 7, ведущего и ведомого барабанов, промежуточной цепной передачи 9, ленты 8 и рамы. Чтобы предотвратить пыление цемента, конвейер сверху закрыт кожухом 6. Ленту конвейера натягивают винтами натяжного устройства 12 путем перемещения барабана 11.

Преобразователь усилия 4 шарнирно соединен с кронштейном 3, закрепленным на точке, и кронштейном 5, закрепленным на щеках конвейера. Преобразователи усилия дозаторов СБ-111 и СБ-71Б по конструкции аналогичны.

Привод дозатора СБ-71Б в отличие от привода дозатора СБ-111 снабжен дополнительной цепной передачей для вращения барабанных питателей.

Цемент слоем постоянной высоты поступает из бункера через питатели на ленту конвейера. Массу цемента воспринимает преобразователь усилия. Деформация кольца преобразователя усилия, пропорциональная массе материала на ленте, че-

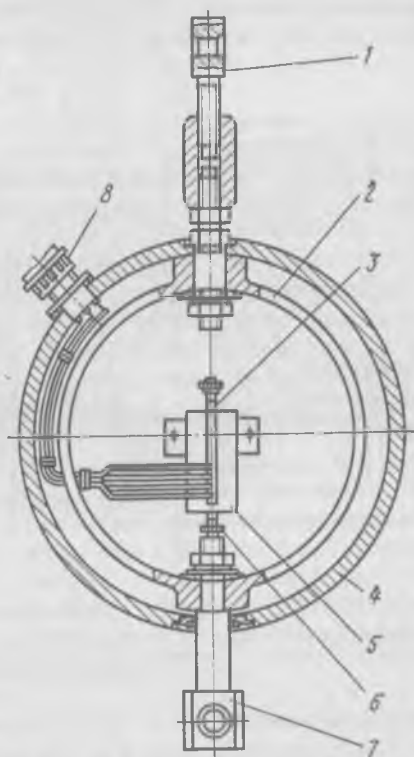


Рис. 25. Преобразователь усилий:

1, 7 — верхняя и нижняя тяги, 2 — диаметрическое кольцо, 3 — плунжер, 4 — корпус, 5 — преобразователь, 6 — винт, 8 — штепсельный разъем



рез рычажную систему вызывает перемещение плунжера индуктивного преобразователя. Напряжение, снимаемое с преобразователя, поступает на вход регистрирующего прибора.

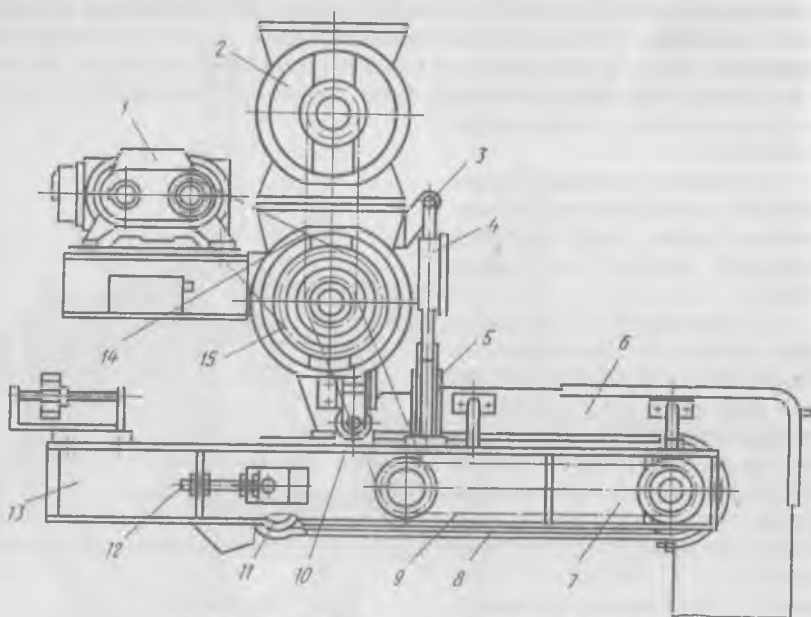


Рис. 26. Дозатор цемента СБ-71Б:

1 — привод, 2 — питатель, 3, 5 — кронштейны (подвески), 4 — преобразователь усилия, 6 — кожух, 7 — щека, 8 — лента, 9, 14, 15 — цепные передачи, 10 — опоры, 11 — барабан, 12 — натяжное устройство, 13 — конвейер

### Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют дозаторы? 2. Из каких основных сборочных единиц состоят циклические весовые дозаторы? 3. Что собой представляют циклические весовые дозаторы на тензометрических преобразователях (тензорезисторах)? 4. Как устроен дозатор непрерывного действия? 5. Что собой представляет преобразователь усилия весовых дозаторов непрерывного действия?

## ГЛАВА IV

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ЗАВОДЫ

#### § 11. КЛАССИФИКАЦИЯ

Предприятия по производству бетонной смеси и раствора классифицируют по ряду признаков.

*По назначению:* центральные районные бетонные и растворные заводы; то же, приобъектные; бетоносмесительные

узлы заводов сборного железобетона; установки сухих смесей.

*По принципу работы:* циклического (используют циклические смесители) и непрерывного (загрузка, смешивание и выгрузка готовой смеси производятся непрерывно) действия.

*По годовому объему производимой смеси:* малой производительности (до 100 тыс. м<sup>3</sup>), средней (100—300 тыс. м<sup>3</sup>) и большой (свыше 300 тыс. м<sup>3</sup> в год).

*По компоновке оборудования:*

одноступенчатые, в которых исходные материалы поднимаются однократно, а затем под действием силы тяжести опускаются. В процессе этого перемещения происходят дозирование, смешивание и выгрузка готовой смеси в транспортные устройства;

двухступенчатые (партерные), в которых поступающие со складов исходные сыпучие материалы поднимаются дважды — первоначально в расходные бункера и вторично из них после дозирования в смесители. После дозирования составляющие подаются конвейерами (ленточными или ковшовыми) или скиповыми подъемниками. Такая компоновка требует больше механизмов, производственных площадей и обслуживающего персонала. Однако строительные и монтажные работы проще, поскольку сооружения небольшой высоты.

В настоящее время одноступенчатую компоновку технологического оборудования используют, как правило, на бетонных заводах большой производительности, а двухступенчатую — на установках малой производительности. Однако на практике, исходя из производственных условий, схемы могут быть применены вне зависимости от этого принципа.

*По способу перебазирования:*

стационарные, которые эксплуатируют не менее 5—10 лет вплоть до окончания строительства; к ним относятся также бетоносмесительные цехи заводов сборного железобетона;

инвентарные, выпускаемые в виде отдельных малогабаритных блоков, в которые встроено все технологическое и сантехническое оборудование, и установки, состоящие из отдельных сборно-разборных элементов ограниченной грузоподъемности; монтаж и демонтаж таких установок не занимает много времени;

передвижные на колесном ходовом оборудовании или полозьях, их транспортируют по мере надобности вслед за перемещением строительства на другой объект.

*По способу управления производственными процессами:*

механизированные установки, на которых основные технологические процессы по транспортированию, погрузочно-разгрузочным операциям и приготовлению смеси производят машинами и механизмами, управляемыми вручную;

автоматизированные предприятия, на которых полностью механизированы все технологические процессы подачи, перегрузки, дозирования исходных материалов, приготовления и выгрузки готовых смесей. Этими процессами управляют дистанционно (на расстоянии) от ключей или кнопок при визуальном наблюдении за перемещением стрелок циферблатных указателей. При автоматизированном управлении приготовление смесей по заданным составам осуществляется без участия человека, а переход на другие составы или марки — при его участии. На автоматизированных предприятиях предусмотрены автоблокировка и сигнальная связь;

заводы-автоматы, где технологический процесс приготовления смесей осуществляется с применением микропроцессорной электронно-вычислительной техники. Водитель транспортного средства при въезде на территорию завода получает жетон или перфокарту, на которых закодированы состав и марка бетона либо раствора, и опускает их в считывающее устройство. От сигнала считывающего устройства автоматически включаются механизмы подачи материалов в расходные бункера и осуществляется взвешивание их в соответствии с заданным составом.

Таким образом, все технологические процессы на заводе-автомате автоматизированы. Роль обслуживающего персонала сведена к наблюдению за работой всех механизмов и системы автоматического управления и поддержанию их в работоспособном состоянии.

*По схеме расположения смесительных машин в плане:*

линейные однорядные, когда для каждой смесительной машины необходим один комплект дозаторов с расходными бункерами, и двухрядные, когда один комплект расходных бункеров и дозаторов обслуживает две смесительные машины;

гнездовые, когда вокруг вертикальной оси предприятия устанавливают 3—5 смесительных машин, обслуживаемых поочередно одним комплектом дозаторов.

Важными факторами, способствующими прогрессу в производстве бетонной и растворной смеси, являются типизация и унификация оборудования и технологических схем.

## **§ 12. ЦИКЛИЧНЫЕ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ**

Передвижная установка СБ-140А (рис. 27, табл. 7) состоит из двух блоков.

Блоки оборудованы подъемными устройствами для приведения их в рабочее или транспортное положение. Этим обеспечивается принцип самоориентируемости установки.

*Первый блок* включает в себя раму 14, на каркасе которой установлен бетоносмеситель 13, кабину оператора 9 и навес 12,

К вертикальной плоскости каркаса примыкает трехсекторный склад заполнителей 21. Приводы подъема скипового ковша и вращения смесительного устройства отдельные. Скиповый ковш перемещается по направляющим 16. Готовая смесь из бетоносмесителя направляется в транспортные средства по лотку 15. От брызг выгружаемой смеси механизмы установки защищены завесой 19. Непосредственно над чашей смесителя на

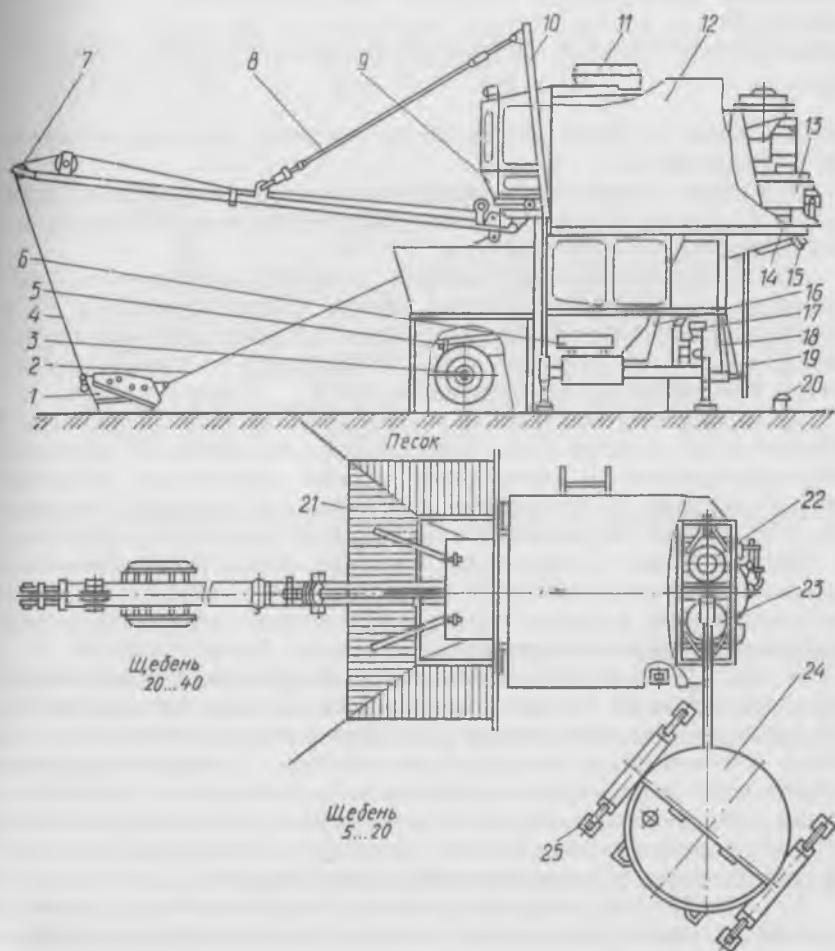


Рис. 27. Бетоносмесительная установка СБ-140А:

1 — ковш, 2, 4 — канаты, 3 — задняя ось, 5 — транспортная сигнализация, 6 — дозатор заполнителей, 7 — стрела, 8 — оттяжка, 9 — кабина, 10 — рамка, 11 — конденционер, 12 — навес, 13 — бетоносмеситель, 14 — рама, 15 — лоток, 16 — направляющие, 17 — компрессорная установка, 18 — винтовой механизм, 19 — завеса, 20 — упорный брус, 21 — склад заполнителей, 22 — дозатор жидкости, 23 — дозатор цемента, 24 — склад цемента, 25 — фундаментный болт

Таблица 7. Технические характеристики циклических бетоносмесительных установок

Показатели	СБ-140А	СБ-134	СБ-145-2	СБ-171
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	12	20	40	60
Мощность электродвигателей, кВт	32	36	90	110
Габаритные размеры, м	12,5×9,4× ×6	19,6×10,5× ×17,5	30×8,92× ×14,6	37,8×7× ×16,75
Масса, т	13,2	17,5	50	90

специальных стойках установлены весовые дозаторы цемента 23 и жидкости 22.

В кабине оператора размещены сиденье, блок управления БАУ-9Д, пульт обогрева, щит управления кондиционера 11, установленного на кабине.

На раме установлены: весовой дозатор заполнителей 6, выдвижные регулируемые опоры, компрессорная установка 17 и приборы транспортной сигнализации 5 (задние фонари и задние фонари-указатели поворота). Установка снабжена лестницей с перилами для ее обслуживания.

Колесный ход состоит из задней 3 и передней осей. Ось 3 находится на нижней раме под складом заполнителей, передняя ось, оборудованная поворотным кругом, седельным устройством и дышлом, с установкой для транспортирования соединена с помощью закрепленного на каркасе сцепного устройства.

Второй блок — это склад цемента, который снабжен наклонным винтовым питателем, соединенным с дозатором цемента эластичным рукавом. Монтируют второй блок в непосредственной близости от первого.

В конструкции установки применены ручной, электрический и пневматический приводы механизмов. Днище бетоносмесителя, дозатор жидкости, шкаф для пневмораспределителей и кабина обогреваются электронагревателями. Кабина машиниста облицована теплозвукоизоляционным материалом. От воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей основные механизмы в рабочем положении установки защищены навесом. В транспортном положении навес демонтируют.

Стрела 7 со скреперным ковшом 1 перемещает заполнители в зону активного обрушения склада. Двухбарабанная лебедка с реверсивным грузовым валом установлена в проеме для скипа, а механизм поворота стрелы под фонарем кабины. Стрела в рабочем положении удерживается рамкой 10 с оттяжкой 8.

Для подогрева песка и щебня при работе в условиях отрицательных температур в складе заполнителей установлена система тепловых регистров.

При перевозке установку переводят в транспортное положение (рис. 28).

Бетономесительная установка СБ-134 (рис. 29, табл. 7). Технологический цикл начинается с заполнения секторного распределителя заполнителями и цементного бункера — цементом. Заполняют секторный распределитель щебнем и песком и транспортируют их к загрузочным окнам питателей стреловым скрепером, управляемым из кабины 3 машинистом. Транспортируют заполнители по вертикали подтягиванием подвешенного на стреле ковша с помощью скреперной лебедки, управляемой рычагами.

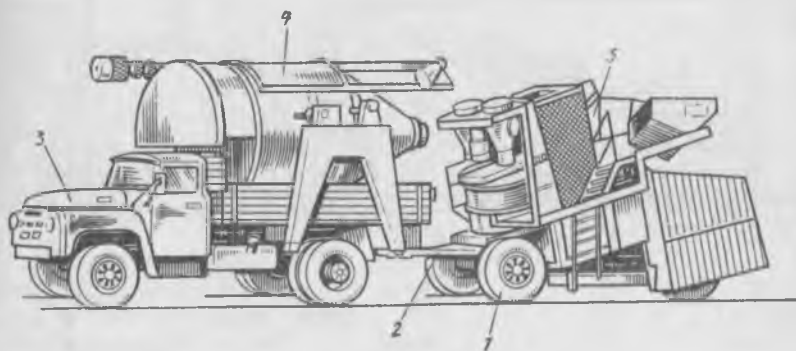


Рис. 28. Бетономесительная установка СБ-140А в транспортном положении:

1 — подкатная ось, 2 — сцепное устройство, 3 — автомобиль, 4 — склад цемента, 5 — дозировочно-смесительный блок

В горизонтальной плоскости перемещают стрелу с ковшом с помощью гидропривода, управляемого педалями.

Бункер цемента заполняют цементом из цементовоза или другого склада цемента любым устройством, не входящим в состав установки.

Щебень и песок через затворы секторного распределителя подаются сначала в дозатор, где взвешиваются, а затем в ковш скипового подъемника. Открываются и закрываются затворы пневмоцилиндрами, работающими на сжатом воздухе от компрессора, установленного на секторном распределителе.

Отдозированный заполнитель транспортируется скиповым подъемником вверх к распределительной воронке смесительно-дозировочного блока. Цемент из бункера винтовым питателем подается в дозатор.

В загрузочное отверстие распределительной воронки одновременно опрокидывается ковш с заполнителем (открывается затвор дозатора цемента и цемент вместе с щебнем и песком

поступает во вращающийся смесительный барабан) и самотеком подается вода из дозатора воды.

Во вращающийся смесительный барабан через отверстие распределительной воронки поступают заполнители из ковша скипового подъемника, цемент из дозатора цемента и вода из дозатора воды.

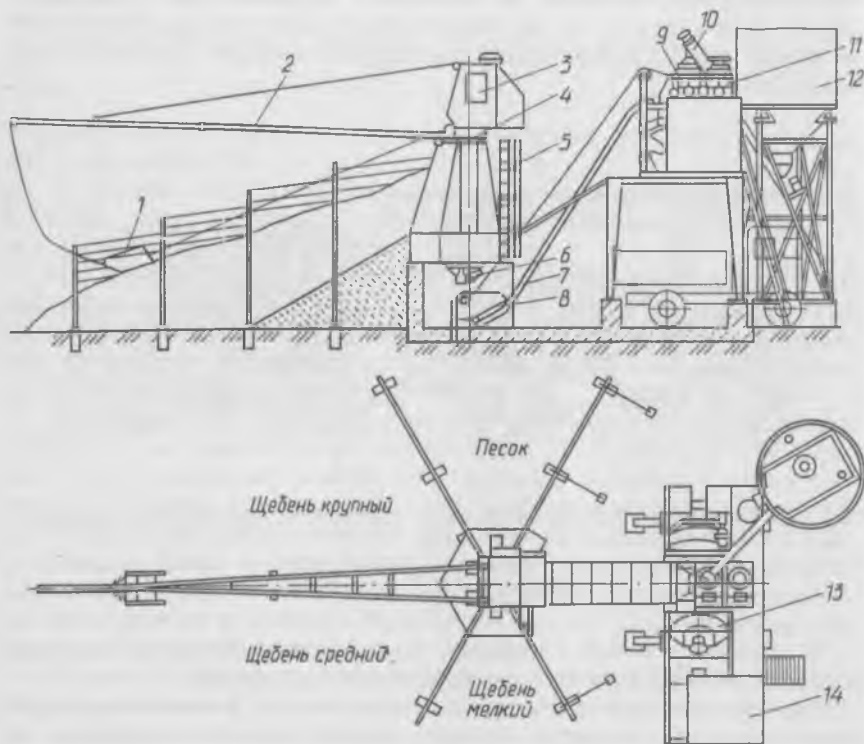


Рис. 29. Бетоносмесительная установка СБ-134:

1 — ковш, 2 — стрела, 3, 14 — кабины управления, 4 — опорно-поворотное устройство, 5 — лестница, 6, 9, 11 — дозаторы заполнителей, цемента и воды, 7 — направляющие, 8 — ковш скипового подъемника, 10 — винтовой питатель, 12 — силос цемента, 13 — бетоносмеситель

По окончании выгрузки песка и щебня ковш опускается под загрузку, а в барабане продолжается смешивание. В это время перекидные воронки и кран распределительной воронки пневмоцилиндром переводятся в положение на загрузку второго бетоносмесителя.

Таким образом осуществляется последовательная работа бетоносмесителей в автоматическом режиме.

Управляют работой всей установки с блока аппаратуры управления БАУ-1.

Установка оборудована двумя автономными гидросистемами. Гидросистемой поворота стрелового скрепера (состоит из лопастного гидронасоса и одного гидроцилиндра) управляют из кабины 3 машиниста скрепера (рабочее давление в системе 5 МПа); гидросистемой опрокидывания и подъема смесительного барабана (состоит из лопастного гидронасоса и двух гидроцилиндров) — из кабины 14 смесительно-дозировочного блока (рабочее давление 4 МПа).

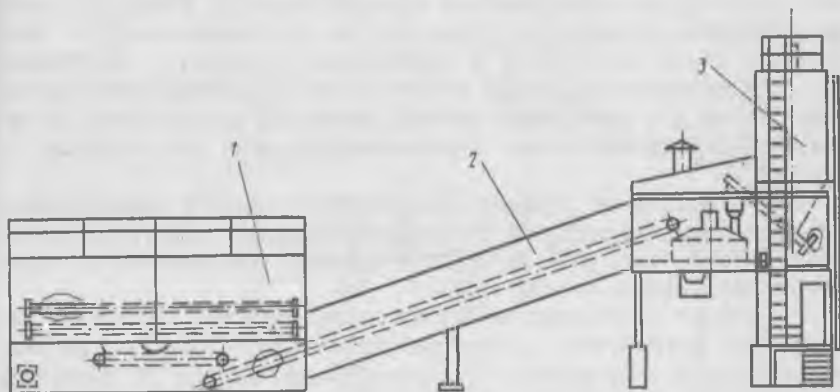


Рис. 30. Общий вид бетоносмесительной установки СБ-145-2:

1 — дозировочное отделение, 2 — наклонная галерея, 3 — смесительное отделение

Управляют затворами секторного распределителя, дозаторов воды и цемента, а также клапанами распределительной воронки из кабины 14 смесительно-дозировочного блока с помощью пневмопривода, состоящего из компрессора, установленного на секторном распределителе, пневмоцилиндров и пневмокамер.

Давление в системе 0,6 МПа. Подача воды предусмотрена от водопроводной сети номинальным давлением 0,2—0,4 МПа.

Бетоносмесительная установка может работать и в ручном, и в автоматическом режимах. Установка обслуживается двумя машинистами.

Инвентарная бетоносмесительная установка СБ-145-2 предназначена для приготовления бетонных и растворяемых смесей при температуре окружающей среды до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Установка (рис. 30, табл. 7) состоит из дозировочного 1 отделения заполнителей и смесительного 3 отделения, в котором размещены: бетоносмеситель, дозатор цемента с механизмами его переработки и подачи, дозатор воды, дозатор химических добавок с устройством для их растворения (при необходимости подогре-



ва) и соединительные трубопроводы. Оба отделения связаны наклонной утепленной ленточной галереей 2.

Как дозирочное, так и смесительное отделения заключены в теплоизоляционную обшивку и для поддержания нормальной температуры отапливаются.

Блок 2 (рис. 31) бункеров состоит из отделений щебня и песка. Песок и щебень различных фракций загружают в соответствующие бункера, в которых смонтированы регистры отопления для поддержания необходимой положительной температуры. Кроме того, бункеры закрывают крышками для улучшения прогревания находящегося в них материала. В верхней части бункеров установлены решетки, не пропускающие в них крупные куски материала и посторонние предметы. На бункерах щебня фракции 20—40 и 40—70 мм в нижней части установлено по два секторных затвора, которые открываются и закрываются одновременно пневмоцилиндрами по сигналу с пульта.

Для повышения точности дозирования песка и щебня фракций 5—20 мм на каждом бункере установлен ленточный питатель. Кроме того, для лучшего истечения материалов на бункерах смонтированы вибраторы 5.

К блокам бункеров четырьмя кронштейнами крепится загрузочное устройство 1, которое установлено на раме весоизмерительного устройства. Под весоизмерительным устройством смонтирован ленточный конвейер 23, на который из весоизмерительного устройства поочередно поступают заданные дозы заполнителей. Когда набрана заданная масса заполнителей, ленточный конвейер включается и передает заполнители на промежуточный ленточный конвейер 21, который их подает непосредственно в бетоносмеситель 18.

Смесительный блок, который состоит из бетоносмесителя, дозаторов добавок, воды и цемента, бойлерной 15 для жидкости, системы водопитания и привода конвейера 21, опирается на стойку и раму блока управления.

В воронке, установленной на выпускной горловине бетоносмесителя, смонтирован рассекатель, способствующий предварительному смешиванию заполнителей.

Силосы 12 цемента установлены на опоры. В нижней части силоса находится секторный затвор, который перекрывает выпускное отверстие, система аэрации, улучшающая истечение цемента, и люк для осмотра внутренней конической части силоса при проведении технического обслуживания и ремонтов.

К силосу на кронштейнах крепится винтовой питатель (конвейер) 13, подающий цемент в дозатор 16. Наличие цемента в силосе определяют по верхнему и нижнему указателям уровня 11. Для очистки воздуха, поступающего в силосы при загрузке

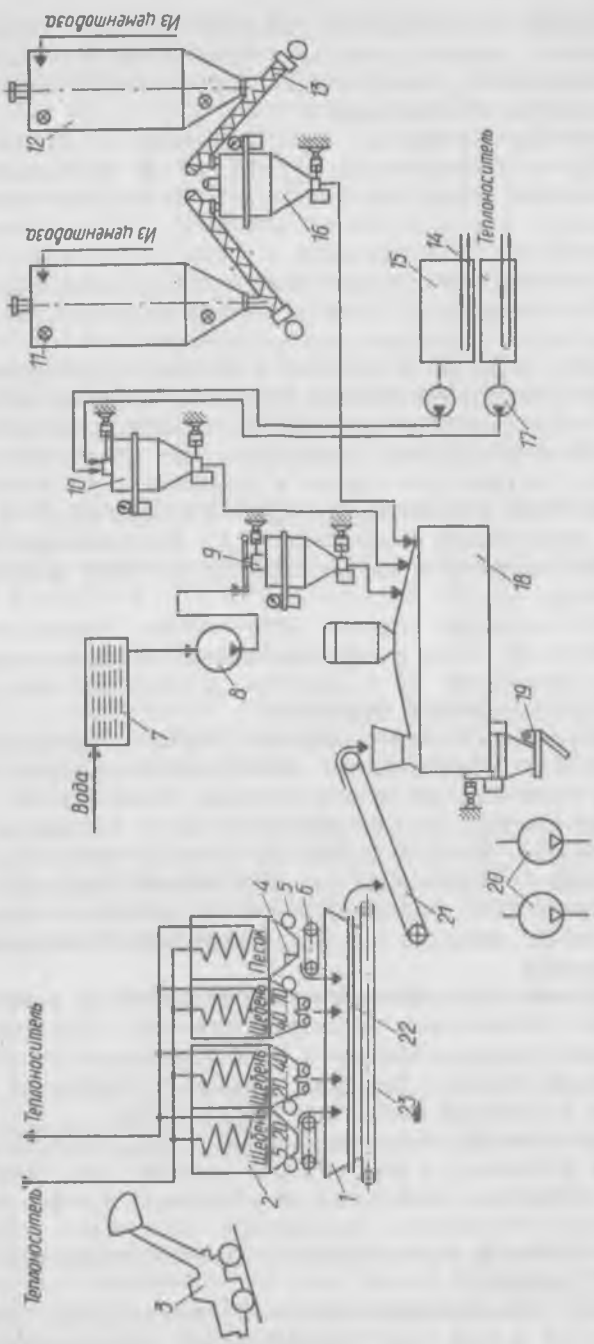


Рис. 31. Технологическая схема бетоносмесительной установки СБ-145-2:

1 — нагревательное устройство, 2 — бачок «сухого» песка, 3 — конусный погрузчик, 4 — элеватор, 5 — вибратор, 6 — ленточный питатель, 7 — бак для воды, 8, 17 — насосы, 9, 10 — дозаторы воды и добавок, 11 — указатель уровня, 12 — силосы цемента, 13 — винтовые конвейеры, 14 — резервуар для добавок, 15 — бойлерная, 16 — бойлерная, 18 — бетоносмеситель, 19 — разгрузочное устройство, 20 — компрессорная, 21, 23 — ленточные конвейеры, 22 — весоизмерительное устройство

цемента, в верхней части силоса установлен фильтр. Чтобы при загрузке цемента в очистке воздуха участвовали оба фильтра, оба силоса соединены резиноканевым рукавом. Подают цемент в силосы из автоцементовозов.

Блок управления состоит из двух отделений. В одном размещены шкафы с силовой аппаратурой, пульт управления, с которого управляют всеми механизмами бетоносмесительной установки и ведут контроль за их работой. Для обеспечения заданных параметров микроклимата в блоке управления смонтирован кондиционер. Во втором отделении установлено оборудование для хранения и подачи химических добавок: два центробежных насоса и система трубопроводов.

Для создания подпора жидкости в системе трубопроводов на сливе в бак добавок установлен запорный вентиль. Добавки в дозатор 10 подают открытием электромагнитного и впускного клапанов. Зимой добавки подогреваются теплоносителем, подаваемым из системы отопления в нижнюю часть бака добавок. Вода из бака 7 насосом 8 подается в дозатор 9. В зимнее время ее подогревают в бойлерной 15. Из дозаторов вода и добавки через воронку и перфорированную трубу поступают в бетоносмеситель 18.

Разгружают бетонную смесь в автосамосвал через разгрузочное устройство 19. При разгрузке бетонной смеси в автобетоносмеситель устройство 19 с помощью ручной лебедки отводят в сторону от выгрузного отверстия.

Пневмооборудование смонтировано в блоках бетоносмесительной установки. Обеспечивают бетоносмесительную установку сжатым воздухом две компрессорные установки 20, каждая из которых состоит из компрессора и двух ресиверов для накопления воздуха. Воздух к исполнительным механизмам — пневмоцилиндрам — подводится резиноканевым рукавом. Открывают и закрывают пневмоцилиндры с помощью воздухо-распределителей по команде с пульта управления бетоносмесительной установкой.

Для смазывания штоков воздухо-распределителей в системе подачи воздуха установлены маслораспылители. Идущий на аэрацию цемента воздух очищается во влагомаслоотделителях. Для равномерной работы системы пневмооборудования обе компрессорные установки соединены между собой.

Бетоносмесительную установку СБ-171 (см. табл. 7) для приготовления бетонных и растворных смесей на крупных строительных объектах монтируют из отдельных блоков повышенной заводской готовности: управления, химических добавок, бункеров заполнителей, смесительного, силосов цемента, а также наклонной галереи.

В установке использованы лотковый двухвальный бетоносмеситель СБ-163 и комплект дозаторов на тензометрических

преобразователях серии КД-1500, системы воздухообеспечения, водо- и теплоснабжения.

Четыре фракции заполнителей из расходных бункеров 1 (рис. 32) поступают в дозатор 5 и после поочередного взвешивания ленточным конвейером 7 подаются на наклонный ленточный конвейер 11. Бункер песка оснащен датчиком (преобразователем) влажности 10. Ленточным конвейером 11 заполнители подаются в бетоносмеситель 23.

Цемент из силосов 14, оборудованных датчиками уровня 15 и фильтрами 16 (для задержки цементной пыли), винтовым питателем 13 подается в дозатор 17 и после взвешивания направляется в смеситель 23.

Три вида различных химических добавок готовят до необходимой концентрации и подогревают в баках 21, а затем поочередно насосами 22 подают в дозатор 19, а оттуда в бетоносмеситель. Вода из бака 20 поступает в дозатор 18, а затем в бетоносмеситель.

Установка оборудована отопительным агрегатом 9 и вентиляторами 12.

Автоматическая система управления на базе вычислительного комплекса СМ1810 описана в § 30.

### § 13. ЦИКЛИЧНЫЕ БЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ

На стационарных циклических бетонных заводах (табл. 8) готовят бетонную смесь круглый год. Технологическое оборудование смонтировано по вертикальной схеме с однократным подъемом составляющих (одноступенчатая схема). Параметры завода зависят от количества и вместимости применяемых бетоносмесителей:  $2 \times 330$ ,  $2 \times 500$ ,  $2 \times 750$ ,  $2 \times 1000$ ,  $4 \times 750$ ,  $4 \times 1000$ ,  $2 \times 1500$ ,  $2 \times 2000$ ,  $4 \times 1500$ ,  $4 \times 2000$ , где первая цифра указывает число бетоносмесителей, а вторая — объем готового замеса одного смесителя.

Таблица 8. Технические характеристики циклических бетонных заводов

Показатели	СБ-6ВП	СБ-6В1	СБ-4Д-2
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	30	30	60
Мощность электродвигателей, кВт	78,4	85,6	175
Масса, т	9,6	10,5	21

Технологическое оборудование всех стационарных бетонных заводов и бетоносмесительных цехов заводов сборного железобетона (кроме заводов с параметрами  $2 \times 1500$ ,  $2 \times 2000$ ,  $4 \times 1500$ ,  $4 \times 2000$ ) унифицировано.

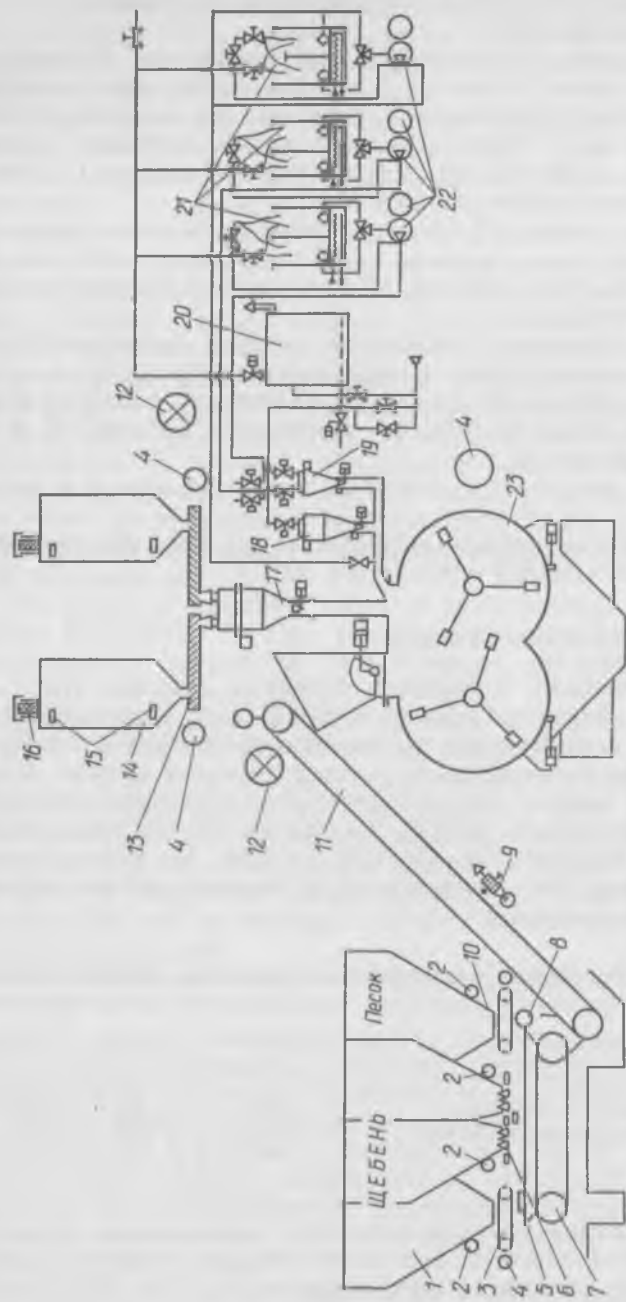


Рис. 32. Технологическая схема бетономесительной установки СБ-171:

1 — расходные бункера заполнителей, 2 — вибраторы, 3 — ленточные питатели, 4 — электродвигатели, 5 — дозатор заполнителей, 6 — секторный затвор, 7 — сборный ленточный конвейер, 8 — мотор-редуктор, 9 — отопительный агрегат, 10 — преобразователь влажности, 11 — наклонный конвейер, 12 — вентиляторы, 13 — винтовые питатели, 14 — силосы цемента, 15 — преобразователь уровня, 16 — фильтр, 17—19 — дозаторы цемента, воды и добавок соответственно, 20 — бак для воды, 21 — бак для химдобавок, 22 — гидронасосы, 23 — бетономеситель

Помимо технологического оборудования в полный комплект завода входят все транспортные средства, электро- и санитарно-техническое оборудование, которые не включают в состав поставки.

Одноступенчатые бетонные заводы и бетоносмесительные цехи заводов ЖБИ (рис. 33) состоят из надбункерного I, бункерного II, дозирочного III, смесительного IV отделений и отделения выдачи готовой смеси V. Основное отличие заводов друг от друга — компоновка оборудования надбункерного отделения.

Заполнители по наклонной галерее ленточным конвейером 5 через двухрукавную течку 7 подают в поворотную воронку 8, которая в зависимости от вида заполнителей направляет их в соответствующий бункер. Из бункеров заполнители по переходным патрубкам 3 подаются в дозаторы 10, где взвешиваются, и по течкам направляются в сборную воронку 1 с перекидным клапаном, а оттуда по течке 11 — в бетоносмесители 12.

Цемент из силосов пневматическим способом поступает вверх в циклон 6 (образующаяся при этом пыль улавливается фильтрами и возвращается в расходные бункера), далее винтовым реверсивным конвейером направляется в тот или другой расходный бункер, из которого по переходным патрубкам 3 поступает в дозатор 10, где взвешивается, и по двухрукавной течке 11 направляется в бетоносмесители 12.

Вода и жидкие добавки соответственно из расходных бункеров подаются в дозаторы, а оттуда по трубопроводу — в бетоносмесители 12.

Расходные бункера заполнителей, цемента и жидкостей оборудованы указателями уровней, регулирующими поступление материалов в бункера.

Образование сводов в бункерах песка предупреждают сводообрушители 4, а сводов цемента — сводообрушители аэрационного типа.

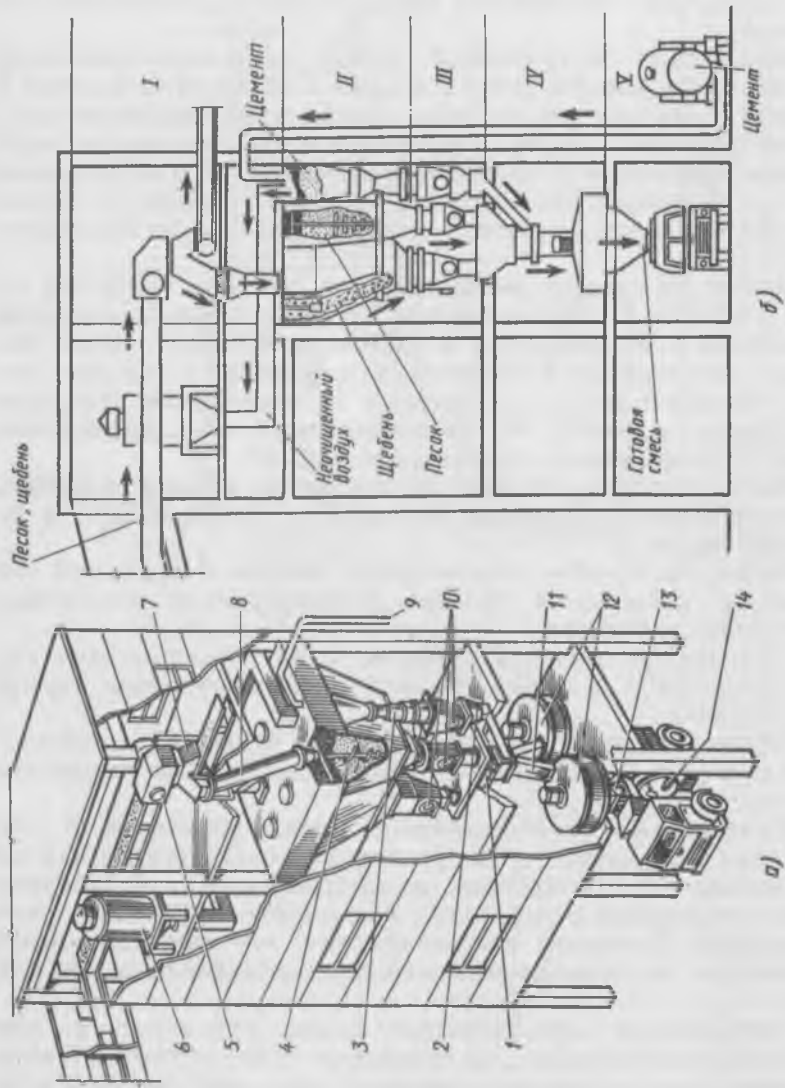
Приготовленная смесь выгружается в бункер 13, а оттуда — в транспортные средства: автобетоновозы, автобетоносмесители, автосамосвалы.

Механизмами односекционного завода управляют с двух пультов: надбункерного, где расположен пульт управления механизмами этого отделения, и дозирочного, где находится пульт управления механизмами дозирочного и смесительного отделений. Последний расположен так, что оператор может наблюдать за показаниями стрелок циферблатных указателей.

Механизмами двухсекционного завода управляют с трех пультов: надбункерного, где находится пульт управления механизмами этого отделения, дозирочного первой секции и дози-

Рис. 33. Бетонный завод СБ-6В-1:

а — общий вид, б — принципиальная схема; I — надбункерное отделение, II — бункерное отделение, III — дозировочное отделение, IV — смешительное отделение, V — отделение выдачи готовой смеси; I — сборная воронка, 2 — тещка цемента, 3 — переходный патрубок, 4 — обрушитель свода песка, 5 — ленточный конвейер, 6 — циклон (улавливатель цемента), 7, 8 — двухрукавные тещки, 9 — поворотная воронка, 10 — тракт подачи цемента, 11 — дозаторы щебня, песка, цемента, 12 — бетононоситель, 13 — бункер готовой смеси, 14 — автобетоновоз



ровочного второй секции, в каждом из которых расположены механизмы дозирочного и смесительного отделений.

Заводы, оснащенные смесителями с объемом готового замеса 2000 л, выполняют по индивидуальным проектам для крупных объектов строительства.

#### § 14. СМЕСИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ СБ-109А

Производительность установки СБ-109А 135 м<sup>3</sup>/ч, установленная мощность электродвигателей 330 кВт, масса 155 т, габаритные размеры 47,3×40,5×13,4 м. Предназначена для дорожного, аэродромного и других видов строительства, где требуется в основном одномарочный бетон. Работает при положительной температуре наружного воздуха.

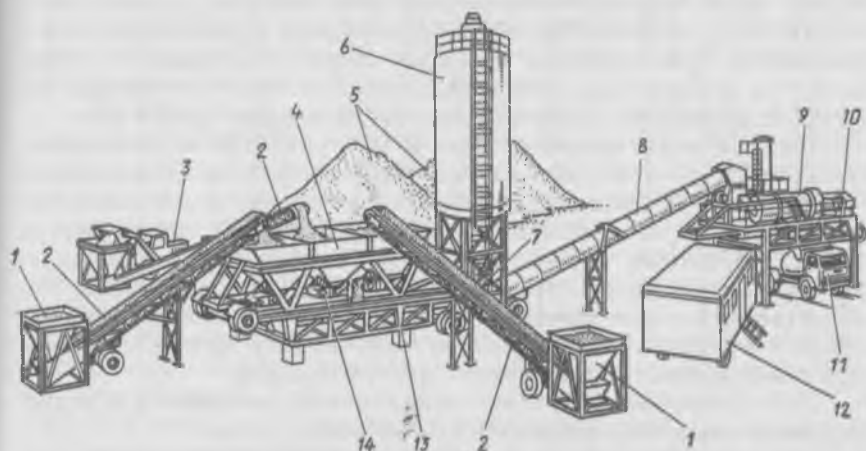


Рис. 34. Бетоносмесительная установка непрерывного действия СБ-109А: 1 — загрузочные бункера заполнителей, 2 — загрузочные ленточные конвейеры, 3 — автопогрузчик, 4 — расходные бункера заполнителей, 5 — склады заполнителей, 6 — силос цемента, 7 — дозатор цемента, 8 — закрытый ленточный конвейер, 9 — бетоносмеситель, 10 — смесительный блок, 11 — автобетоновоз, 12 — блок управления, 13 — рама дозирочного блока, 14 — дозаторы заполнителей

Установка (рис. 34) состоит из десяти блоков: смесительный блок, конвейер, блоки дозирования цемента и заполнителей, загрузочные конвейеры (три блока), блок управления, опорная рама, блок жидких добавок и воды.

Блочное исполнение с расположением каждого блока на одноосном пневмоколесном ходовом устройстве позволяет быстро перебазировать ее с одного места работы на другое.

Смесительный блок 10 представляет собой пространственную сварную конструкцию, на которой смонтированы бетоносмеситель 9 и оборудование для загрузки автобетоновозов го-



товой бетонной смесью. Кроме того, в его состав входят бак постоянного уровня воды, пневмоколесное ходовое устройство, воронка, раздаточный ленточный конвейер, поперочный дозатор, устройство (шкворень) для седельного сцепления с автомобильным тягачом и двухрукавный патрубок.

Для гравитационной загрузки бетонотранспортных средств бетонной смесью смесительный блок установлен на опорной раме соответствующей высоты с проемами для проезда автобетоновозов. Под загрузку подают два автобетоновоза, загружаемых поочередно. Первый загружают непосредственно через выгрузочную воронку смесителя. Как только он наполнится, воронка вместе с раздаточным ленточным конвейером под действием гидроцилиндра занимает крайнее левое положение. Конвейер включают заранее, чтобы лента начинала перемещаться, и бетонная смесь подается во второй автобетоновоз. В это время первый загруженный автобетоновоз отъезжает и на его место подают третий автобетоновоз. Таким образом непрерывное приготовление бетонной смеси сочетается с периодическим отбором ее с помощью раздаточного устройства, воронки и конвейера с возвратно-поступательным движением.

Бак для воды вместимостью 2 м<sup>3</sup> прямоугольного сечения, постоянный уровень воды в нем поддерживается специальным устройством. Избыток удаляется в резервуар, расположенный ниже бака, через открытый конец вертикальной трубы внутри бака. Постоянный уровень воды в расходном баке обеспечивает одинаковый напор струи воды, подаваемой в смеситель. Количество воды при изменении, например, влажности заполнителей регулируют насосом-дозатором, подачу которого можно при необходимости увеличивать или уменьшать.

Для настройки дозаторов заполнителей и цемента предусмотрен поперочный дозатор АВДИ-2400М.

Для перебазирования каждый из блоков снимают с опорной рамы и перевозят на тележке седельным тягачом, для соединения с седлом которого на каждой блоке имеется, так же как и на полуприцепе, шкворень.

*Наклонный конвейер 8* подает сыпучие материалы от блока дозирования в бетоносмеситель. Конвейер состоит из приводного барабана, расположенного в верхней его части, натяжной станции, роликовой опоры, рамы, ленты шириной 800 мм, кожуха и тележки на пневмоколесном ходовом устройстве. При перевозке конвейер складывают, для чего в средней части его предусмотрены шарниры.

*Блок дозирования цемента* включает в себя раму со сборным ленточным конвейером и дозатором цемента, расходный бункер цемента и ходовое устройство. При перебазировании блок приводят в транспортное положение: опускают на раму и закрепляют откидными болтами, бункер цемента поворачива-

ют на шарнирах и укладывают на раму. При транспортировании по железной дороге ось с колесами снимают с прицепа и укладывают на блок дозирования заполнителей.

Бункер цемента с дозатором соединены воронкой-шибером, предназначенным для перекрытия проходного канала при ремонте дозатора.

*Блок дозирования заполнителей* состоит из рамы, трех бункеров и трех дозаторов с регулируемой производительностью 20—100 т/ч. Блок снабжен ходовой тележкой на пневмоколесном ходовом устройстве и сцепным устройством. Из трех бункеров общей вместимостью 48 м<sup>3</sup> два крайних предназначены для щебня, средний — для песка.

*Блок жидких добавок и воды* для подачи в бетоносмеситель воды с разведенными в ней пластифицирующими добавками представляет собой металлическую цистерну вместимостью 20 м<sup>3</sup>, два цилиндрических бака по 630 л каждый и систему трубопроводов и насосов. Цистерна разделена диафрагмой на два бака для воды по 10 м<sup>3</sup> каждый. Ходовое устройство блока выполнено так же, как у других блоков.

*Конвейеры* для загрузки расходных бункеров заполнителями (один конвейер для песка, два для щебня) состоят из воронки, натяжной и приводной станций, промежуточных секций и ходового устройства. В транспортное положение конвейер складывают с помощью грузоподъемного крана.

*Блок управления* представляет собой передвижной вагон-общезитие. В блоке размещены пульт управления, шкафы автоматики и электросиловой аппаратуры.

Технологический процесс приготовления бетонной смеси на установке СБ-109А протекает в такой последовательности.

Из бункеров 1 заполнители ленточными конвейерами 2 подают в расходные бункера 4, а после взвешивания дозаторами 14 закрытым ленточным конвейером 8 — в смеситель 9.

Силос 6 цемента загружают с помощью пневмотранспорта от передвижного мобильного склада цемента. Из силоса цемент подается в дозатор и далее поступает на наклонный конвейер 8, куда к этому времени подводят поток заполнителей. Общий поток материалов, уложенных на ленте слоями, направляется в смеситель.

Вода, смешанная в заданных пропорциях с пластифицирующей добавкой, центробежным насосом направляется в расходный бак с постоянным уровнем, поддерживаемым путем свободного слива избытка раствора обратно в емкость блока жидких добавок. Из расходного бака вода с растворенной добавкой через калиброванное отверстие подается в смеситель. Подача воды регулируется насосом-дозатором.

Поданные в смеситель составляющие смешиваются и одновременно перемещаются к выгрузочной горловине, из которой

готовая смесь поступает в кузов автобетоновоза через воронку или через раздаточный конвейер.

Управление всем процессом автоматизировано (см. § 26). Готовую смесь выдает в автотранспорт оператор с центрального пульта, расположенного в блоке управления.

### § 15. УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СМЕСЕЙ

При производстве бетонных работ небольшого объема на рассредоточенных объектах, в том числе сельскохозяйственного назначения, и ремонтно-восстановительных работах широко применяют сухие бетонные смеси.

Установку СБ-168 производительностью 50—100 тыс. м<sup>3</sup>/ч сухих смесей (установленная мощность электродвигателей 250 кВт) (рис. 35) выпускают в модульном (блочном) исполнении.

Заполнитель из крытого типового склада погрузочными средствами подается в приемный бункер 40, защищенный навесом от атмосферных осадков и обогреваемый отходящими дымовыми газами сушильного барабана 4, откуда ленточным конвейером 38, оснащенный обогревателем, подается на контрольный грохот 3 и затем в сушильный барабан.

В зависимости от влажности заполнителя производительность сушильного барабана регулируется подачей заполнителя ленточным конвейером. Влажность материала, поступающего в сушильный барабан, должна быть не более 10%. В качестве топлива для сушильного барабана применяют природный газ или мазут. Температура материала на выходе из сушильного барабана 90—110°C.

Высушенный заполнитель влажностью не более 0,2% подается ковшовым элеватором 34 на вибрационный грохот 7 для разделения заполнителя на пять фракций (мм): 0,0—0,63; 0,63—1,25; 1,25—3; 3—10; 10—20. Фракционированный заполнитель распределяется в соответствующие силосы 9, снабженные индикаторами уровня.

Цемент, известь и гипс транспортируют на завод цементовозами, которые разгружаются пневматическим способом в силосы вяжущих 11, также снабженные индикаторами уровня. Каждый силос для вяжущих можно заполнять различными вяжущими при условии очистки емкости от остатков предыдущего вяжущего. Добавки и пигменты, поступающие на завод в готовом виде, загружают в расходные бункера.

Заполнитель и вяжущие поступают в дозаторы соответственно 30 и 24, а оттуда в смеситель 28 принудительного действия. Приготовленные в смесителе сухие смеси через воронку 25 и подъемное устройство 26 поступают в силосы готовой продукции, откуда распределяются в транспортные емкости 16 или

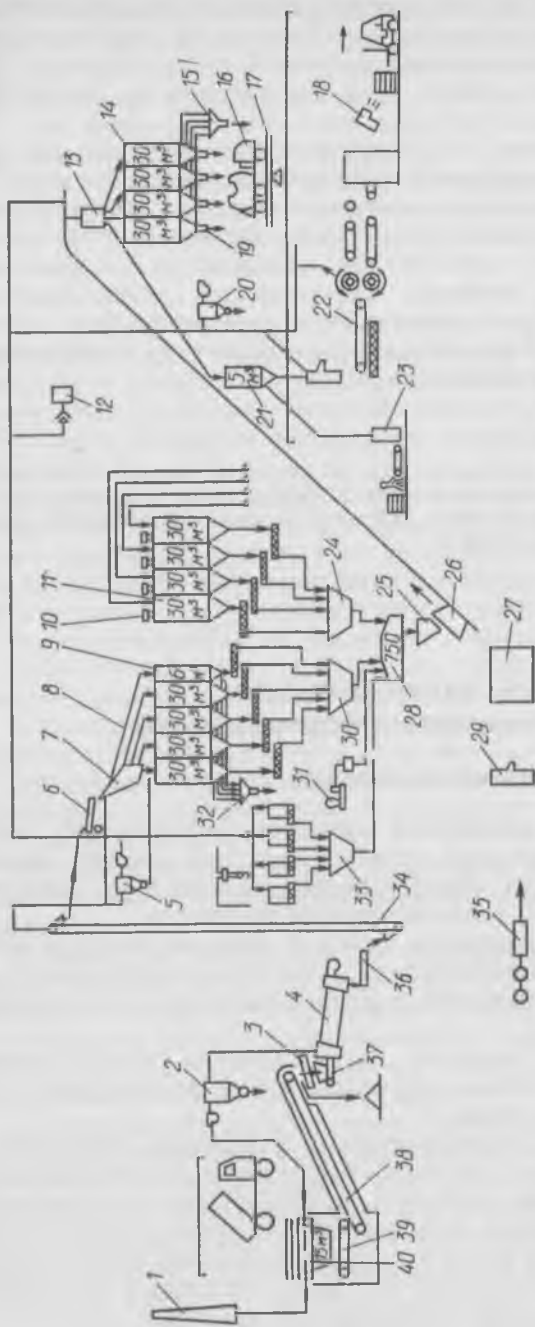


Рис. 35. Технологическая схема установки сухих смесей СБ-168:

1 — дымовая труба, 2 — фильтр очистки дымовых газов, 3 — контрольный грохот, 4 — сушильный барабан, 5, 20 — фильтры очистки воздуха, 6, 36 — вибрационные питатели, 7 — вибрационный пятифракционный грохот, 8 — загрузочные желоба, 9 — силосы сухих фракционных заполнителей, 10 — фильтры, 11 — силосы вяжущих материалов, 12 — промышленный пылесос, 13 — распределительное устройство, 14 — силосы готовой продукции, 15, 32 — тракта изыскательных материалов, 16 — автосмесевоз, 17 — автомобильные весы, 18 — устройство для укладки мешков на поддоны, 19 — разгрузочное устройство готовой продукции, 21 — промежуточный силос готовой продукции, 22 — линия фасовки смеси в мешки, 24 — весовой дозатор вяжущих, 25 — сборная воронка, 26 — подъемное устройство, 27 — комплект технологического оборудования лаборатории, 28 — смеситель, 29 — система автоматического управления, 30 — весовой пятифракционный дозатор заполнителей, 31 — весовой дозатор лигментов, 32 — дозатор жидких добавок с четырьмя палетами, 34 — ковшевый элемент, 35 — система подготовки сжатого воздуха, 37, 39 — ленточные бункеры, 38 — ленточный конвейер, 40 — приемный бункер

на линию упаковки 23. На линии упаковки, представляющей собой роботизированный комплекс, проводятся следующие операции: подача манипулятором мешочной тары, фасовка, прокатывание и очистка мешка от пыли, укладка на поддоны и герметизация.

Система управления оборудованием автоматическая с применением микропроцессорной техники управляет весовым автоматическим дозированием компонентов смеси с минимизацией погрешности дозирования; разгрузкой отдозированных компонентов в смесители; смешиванием компонентов в смесителях в течение заданного времени; осуществляет логико-программное управление всеми механизмами, участвующими в автоматическом цикле. Блок управления состоит из операторской и аппаратной с силовой частью.

#### Контрольные вопросы

1. Какое основное технологическое оборудование входит в состав бетоносмесительных установок и заводов? 2. Чем отличаются циклические установки от установок непрерывного действия? 3. Какое оборудование входит в состав установок сухих смесей?

## ГЛАВА V

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ЗАВОДОВ

#### § 16. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ

*Автоматизацией* называется комплекс мероприятий, конечным результатом которого является создание средств автоматизации, обеспечивающих высвобождение человека от непосредственного управления технологическим процессом.

*Автоматика* — это отрасль науки и техники, которая занимается вопросами теоретического развития и практического использования автоматических и необходимых для них технических средств.

Устройство, выполняющее автоматическое регулирование, называют *автоматическим регулятором* или регулирующим автоматическим устройством.

По отношению к технологическим процессам управление — совокупность действий, которая обеспечивает поддержание или улучшение протекания процесса в соответствии с установленными заданием, планом, программой. В общем случае эта совокупность включает в себя получение данных (информации) о состоянии процесса, сравнение их с заданными и воздействие при необходимости на управляемый процесс.

При управлении смесеприготовительным оборудованием основными заданиями являются требуемая точность взвешивания компонентов бетонной смеси, время перемешивания, коррекция влажности сыпучих материалов, учет расхода цемента и т. д. В дистанционном режиме оператор не сможет обеспечить поддержание заданных параметров.

Для повышения эффективности процесс приготовления бетонной смеси оснащают системами управления, которые при сравнении текущих величин с заданными вырабатывают управляющие воздействия.

Совокупность управляемого процесса и управляющих устройств, действие которых обеспечивает поддержание или улучшение протекания процесса, называется *системой управления*. Системы, в которых эта задача решается без участия человека, называются *системами автоматического управления*. Последовательность операций управления называется *алгоритмом управления*.

В процессе производства по различным причинам значения параметров технологического процесса могут изменяться, вызывая отклонение процесса от нормального режима. Эти внешние воздействия называют возмущениями или *возмущающими воздействиями*. Нарушенный режим должен быть восстановлен и поддерживаться около заданного значения путем воздействия на технологический процесс через органы управления, называемые *управляющими устройствами*.

Поддержание параметров (называемых регулируемыми величинами) технологического процесса на заданных значениях при различных возмущениях и изменениях рабочего режима называется регулированием и выполняет это регулирование *система автоматизации (САР)*.

Технологический процесс, в котором происходит регулирование параметров, называют *объектом регулирования* (автоматизации).

Принцип регулирования по отклонению регулируемого параметра состоит в том, что регулятор в процессе регулирования оказывает воздействие на объект только в том случае, если регулируемая величина отклоняется от заданного значения при рассогласовании между заданным значением и фактическим состоянием регулируемого параметра.

Автоматизированная система управления осуществляет управляющие воздействия на ход технологического процесса, направленные на поддержание заданных режимов работы. Оперативное управление системы обеспечивает работу технологического оборудования и ее коррекцию, а также оказывает помощь оператору в принятии решений, если в ходе процесса возникнут отклонения от требуемых режимов.

Системы получают сигналы о состоянии технологического

процесса от датчиков (преобразователей) и изменяют значения управляющих воздействий с помощью регулирующих органов.

В системе предусмотрен пульт оператора, который включает в себя мнемосхему и индикаторы параметров технологического процесса.

Различают следующие системы автоматического регулирования:

стабилизирующая — поддерживает значение управляемой величины постоянным (система автоматического управления дозированием компонентов бетонной смеси);

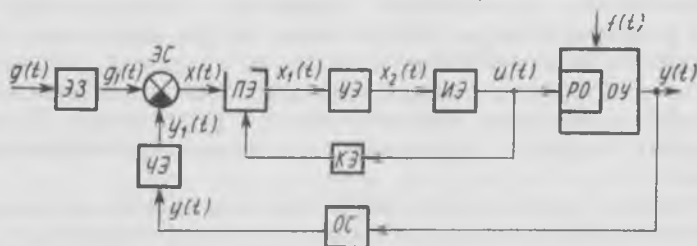


Рис. 36. Структурная схема системы автоматического регулирования:

ЗЗ — задающий элемент, ЭС — элемент сравнения, ЧЭ — чувствительный элемент, ПЭ — преобразующий элемент, УЭ — усилительный элемент, ИЭ — исполнительный элемент, РО — регулирующий объект, ОУ — объект управления, КЭ — местная обратная связь, ОС — главная обратная связь

логики-программная, которая изменяет состояние управляемого объекта в соответствии с требуемой последовательностью рабочих операций по заданной программе (автоматизация поточно-транспортных систем, состоящих из ряда ленточных или винтовых конвейеров);

следающая система, у которой алгоритм функционирования содержит предписание изменять управляемую выходную величину в зависимости от изменения заранее не известной величины на выходе (автоматический учет массы падающего столба при дозировании сыпучих материалов);

самонастраивающаяся (самоприспосабливающаяся адаптивная) система путем автоматического поиска определяет такое значение регулируемой величины, которое обеспечивает наилучший режим работы регулируемого объекта. Такая система сама автоматически приспосабливается к меняющимся условиям работы.

Под элементом системы автоматического регулирования (САР) подразумевается конструктивно обособленная часть системы, выполняющая определенные самостоятельные функции (рис. 36). Чувствительный элемент ЧЭ (реостатный датчик или преобразователь) измеряет действительное значение управля-

мой величины  $y(t)$  и преобразует его в однозначно соответствующую величину  $y_1(t)$ , удобную для сравнения с задающей величиной  $g_1(t)$ .

Задающий элемент ЭЗ (переключатель пульта управления) формирует задающее воздействие  $g_1(t)$ , которое определяет необходимое значение управляемой величины, удобной для сравнения с выходной величиной  $y_1(t)$ . В качестве задающего элемента могут использоваться потенциометры, перфокарты, магнитные пленки, профильные кулачки и т. п.

Элемент сравнения ЭС в наиболее распространенном виде измеряет разность сигналов (ошибку)  $x(t) = g_1(t) - y_1(t)$ . В сравнивающем элементе может происходить и суммирование сигналов. В качестве сравнивающих элементов могут использоваться сельсинные пары в трансформаторном режиме для сравнения угловых перемещений, устройства на резисторах для сравнения и суммирования электрических напряжений, токов и т. п.

Преобразующий элемент ПЭ (мостовая измерительная схема) служит для преобразования сигналов в удобный вид.

Усилительный элемент УЭ усиливает сигнал рассогласования  $x(t)$  до значения, достаточного для приведения в действие исполнительного элемента ИЭ. Увеличение сигнала происходит за счет получения энергии извне. В системах автоматического управления чаще всего используют электрические (электронные, релейные, электромагнитные, магнитные, полупроводниковые и др.) усилители.

Исполнительный элемент (привод подъема ковша) вырабатывает и подает на регулирующий орган РО (механизм подъема ковша) объекта управления ОУ управляющее воздействие  $u(t)$ .

Объекты управления — это различные технические устройства технологического оборудования (затворы, задвижки, краны, конвейерные ленты и др.).

Корректирующий элемент КЭ (или местная обратная связь) — это специальные устройства, вводимые в систему для улучшения качества управления.

Обратная связь ОС — это связь между выходом системы и входом, образующая замкнутый контур управления.

На объект управления кроме управляющих входных воздействий влияют и различные внешние возмущающие воздействия  $f(t)$  (например, трение в рычажной системе дозаторов), вызывающие изменения выходной управляемой или регулируемой величины  $y(t)$ .

Изменения во времени входных воздействий и выходных величин характеризуют состояние объекта. Для устранения возмущений объект снабжают регулирующим объектом (РО), воздействующим на который автоматически можно изменять управляю-



щую величину, компенсируя возмущения. Следовательно, основная задача автоматического регулирования заключается в формировании такого закона изменения управляющих входных воздействий  $u(t)$ , при котором желаемое поведение объекта достигается с заданной точностью независимо от изменения поступающих на него возмущений  $f(t)$ .

Существует большое разнообразие автоматических систем управления, которые классифицируют по различным признакам (рис. 37).

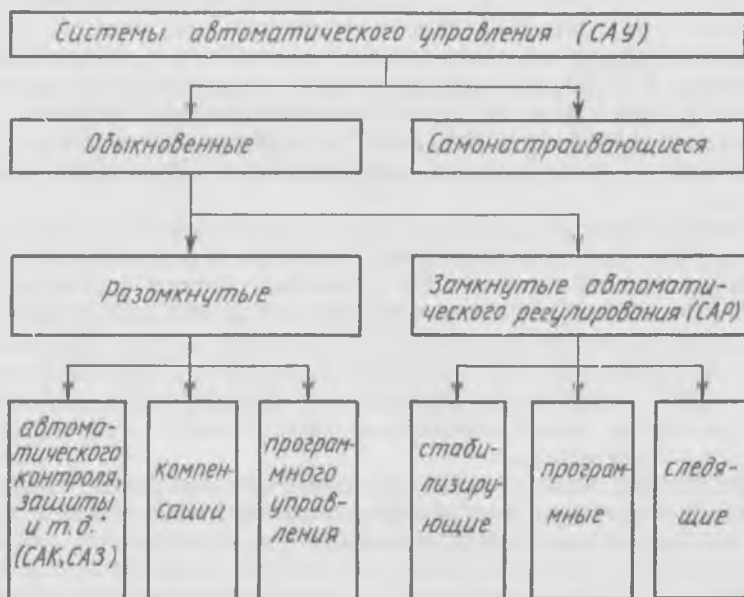


Рис. 37. Классификация автоматических систем

При разработке автоматизированных систем управления применяют различные приборы и средства автоматизации, соединяемые с объектом управления и между собой. В зависимости от используемых приборов и средств, а также линий связи, входящих в состав системы автоматизации, в проектах выполняют различные схемы — структурные, функциональные, принципиальные и монтажные.

Для уяснения принципа действия различных элементов, входящих в автоматизированные системы управления, пользуются способами их графического изображения с помощью структурных схем. Структурная схема отражает укрупненную структуру системы управления и взаимосвязи между пунктами контроля и управления объектом (рис. 38).

Функциональная схема представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, датчики) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики.

Чтение функциональной схемы позволяет определить параметры технологического процесса, подлежащие автоматическому

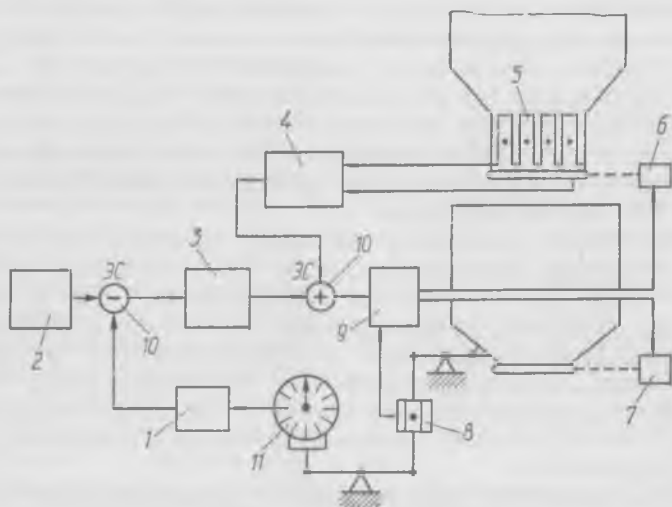


Рис. 38. Структурная схема системы автоматического циклического дозирования:

1 — датчик массы, 2 — задатчик массы, 3 — блок обработки сигнала датчика массы, 4 — блок обработки сигнала датчика контроля расхода материала, 5 — датчик расхода материала, 6 — исполнительный механизм, 7 — разгрузочный механизм дозатора, 8 — электромагнитный демпфер, 9 — усилитель сигналов, 10 — элемент сравнения, 11 — циферблатный указатель массы

му контролю и регулированию, наличие защиты и аварийной сигнализации, организацию пунктов контроля и управления, технические средства, с помощью которых решается тот или иной функциональный узел контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления.

Автоматический контроль параметров — одна из основных функций автоматических систем в строительном производстве.

Автоматический контроль и регулирование технологических процессов в строительстве невозможны без применения датчиков (преобразователей) технологической информации, представляющих собой устройства для преобразования величин технологических параметров в электрический сигнал. Степень автоматизации технологических операций тем выше, чем выше их оснащённость контрольно-измерительными датчиками. Надеж-

ная и эффективная работа средств автоматизации технологических процессов в строительстве, в том числе на бетоносмесительных заводах и установках, в большинстве случаев зависит от эффективности их работы.

Датчиком называется первичный преобразователь контролируемой или регулируемой величины в выходной сигнал, удобный для дистанционной передачи и дальнейшего использования.

Датчики представляют собой чувствительные элементы, предназначенные для измерения физических неэлектрических входных величин (уровня, влажности, скорости, температуры, массы и др.) и преобразования их в электрические выходные сигналы и имеющие возможность передачи их на расстояние для воздействия на исполнительный механизм. При этом переменная выходная величина вырабатывается пропорционально отклонению измеряемой входной величины.

По назначению различают датчики перемещения, усилий, частоты вращения, температуры, угла поворота и др.; по принципу действия — электрические, механические, акустические, оптические, тепловые, радиоактивные; по способу преобразования неэлектрической величины в электрическую: активного сопротивления (потенциометрические, тензометрические, угольные, термосопротивления), индуктивные, емкостные, индукционные, термоэлектрические, фотоэлектрические, пьезоэлектрические, радиоактивные.

Датчики выполняют контактными и бесконтактными. К бесконтактным относятся радиоактивные, ультразвуковые и фотоэлектрические датчики. Чувствительный элемент в контактных датчиках непосредственно соприкасается с контролируемым веществом, в бесконтактных датчиках не соприкасается.

Датчики бывают параметрические, которым необходим электрический источник питания, и генераторные, в которых под действием измеряемой величины вырабатывается электрическая энергия.

Датчики характеризуются входными и выходными величинами, чувствительностью, погрешностью и инерционностью.

Величина, воспринимаемая и контролируемая датчиком, называется входной  $x$ , а величина, преобразованная датчиком или вырабатываемая им, — выходной  $y$ .

Изменение выходной величины в зависимости от изменения входной величины называется *чувствительностью* датчика.

Статическая характеристика датчика (преобразователя) — это функциональная зависимость между выходной и входной величинами в установившемся режиме  $y=f(x)$ . Знание зависимости между выходной и входной величинами дает возможность управлять процессом, т. е., изменяя входные величины,

поддерживать заданное значение регулируемой (выходной) величины. Характеристика датчика может быть линейной или нелинейной.

При линейной характеристике датчика его чувствительность  $S = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$  есть величина постоянная во всем диапазоне значений входной величины. При нелинейной характеристике величина чувствительности датчика изменяется в широких пределах.

Порогом чувствительности называют наименьшее (по абсолютному значению) значение выходного сигнала, которое вызывает изменение входного сигнала.

*Погрешность* — это изменение выходного сигнала, возникающее в результате изменения внутренних свойств датчика или изменения внешних условий его работы (изменение температуры окружающей среды, колебание напряжения и др.).

*Инерционность* характеризуется отставанием по времени изменений выходной величины  $y$  от изменений входной величины  $x$ .

Разновидностью датчиков являются сельсины, которые в качестве задатчиков массы широко применяют в системах автоматизации смесеприготовительного оборудования. *Сельсин* — это индукционная машина малой мощности, по конструкции напоминает асинхронный электрический двигатель с обмотками на статоре (магнитопровод) и роторе, который вращается на оси вокруг статора. У сельсинов статорная обмотка однофазная, являющаяся обмоткой возбуждения, роторная трехфазная синхронизирующая. Обмотки возбуждения подключаются к питающей сети переменного тока, а обмотки синхронизации соединяются линиями связи (рис. 39). Сельсин применяют для дистанционной передачи угловых перемещений, не связанных между собой валов (индикаторный режим).

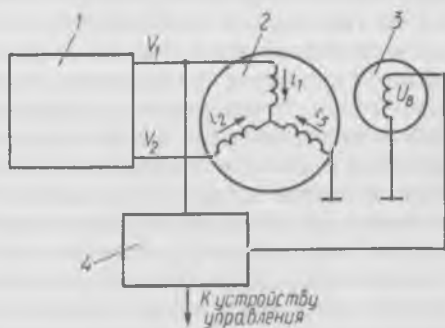


Рис. 39. Схема преобразователя угол-код на базе сельсина:

- 1 — генератор синусоидальных напряжений,
- 2 — статор сельсина, 3 — ротор сельсина,
- 4 — преобразователь угол-код

## § 17. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Основной задачей автоматизации приготовления бетонной смеси является комплексная автоматизация технологических операций, обеспечивающая получение смеси необходимых тех-

нологических свойств при минимально возможном расходе цемента.

Система автоматизации охватывает взаимосвязанные технологические процессы: транспортирование сырья в расходные емкости, дозирование, перемешивание и выгрузку смеси в транспортные средства. Управляющими воздействиями являются дозирование отдельных компонентов бетонной смеси по заданному рецепту, изменение режима смешивания в смесителе, подогрева составляющих в зимних условиях и др.

Основными возмущениями при приготовлении строительных смесей являются нарушение точности дозирования, колебания влажности, гранулометрии, прочности заполнителей, сорта вяжущего, нарушение заданного порядка загрузки смесителя составляющими, задержки при разгрузке дозатора одной из составляющих бетонной смеси, нарушение программы режима работы смесителя, уменьшение вместимости смесителя вследствие залипания лопастей и других причин.

Системы автоматизации смесительных установок обеспечивают загрузку расходных бункеров материалами со склада и поддержание уровня заполнения этих бункеров, выгрузку из бункеров в дозаторы с включением сводообрушителей при сводообразовании, дозирование в соответствии с рецептурой, программные режимы работы смесителя и загрузки его дозаторами, блокировочные связи, автоматическую защиту, сигнализацию и учет.

Смесительные машины и дозаторы периодического действия выпускают с электропневматическими исполнительными механизмами. Управление по заданной программе осуществляется на базе релейно-контактной аппаратуры с применением отдельных логических элементов и пневматических устройств.

Развернутые принципиальные схемы автоматических систем управления бетоносмесительных установок и заводов достаточно сложны и нет необходимости приводить эти схемы в полном объеме в данном пособии, так как проекты этих систем имеются на предприятиях, эксплуатирующих эти установки. Основная задача нашего учебного пособия — дать общие понятия и изложить основные принципы работы и функциональные возможности систем автоматического управления смесеприготовительным оборудованием с иллюстрацией в виде упрощенных структурных схем.

Развитие автоматизации бетоносмесительных установок и заводов осуществляется по двум направлениям: модернизация действующих типовых проектов и создание новых на базе последних достижений автоматики.

Дозаторы, как правило, имеют дистанционное управление с бесконтактными датчиками БК. Система транспортирования цемента, заполнителей, воды и жидких добавок сблокирована с

датчиками уровня в бункерах. Положение всех затворов, поворотной воронки контролируется конечными выключателями.

В значительной степени управление качеством выпускаемой продукции реализуется изменением состава бетонной смеси, коррекцию которого возможно осуществлять только на начальной стадии общего технологического процесса — при дозировании компонентов бетона. В связи с этим процесс дозирования является определяющим с точки зрения обеспечения заданного уровня качества бетонной смеси. Автоматизация технологического процесса производства бетонных смесей требует использования автоматизированных средств контроля основных возмущающих воздействий на весодозировочное оборудование.

Компенсацию динамических ударов при падении материала в дозатор, приводящих к повышению погрешности дозирования, рекомендуется выполнять с помощью следующих методов: применять дополнительное переменное демпфирование для уменьшения ударных нагрузок на весовую систему в момент загрузки и разгрузки весового бункера-дозатора; вводить в систему автоматического дозирования двухстадийное взвешивание, обеспечивающее заданные режимы предварительного набора массы и точной досыпки; учета динамики истечения материала из питателя с целью введения для разных материалов переменного опережения закрытия затвора питателя. На основании изложенных методов для повышения точности циклических дозаторов компонентов бетонной смеси разработана рациональная схема автоматического дозирования (см. рис. 38).

Оператор на пульте управления задатчиком массы 2 устанавливает заданный рецепт (определенное соотношение по массе различных компонентов бетонной смеси) и сигнал через блок обработки сигналов 3, элементы сравнения 10, усилитель 9 поступает на исполнительный механизм в накопительной емкости. Затвор емкости открывается, и материал поступает в дозатор. При этом стрелка на циферблатном указателе 11 отклоняется и при наборе заданной массы датчик 1 выдает на элемент сравнения 10 (—ЭС) сигнал, который поступает на исполнительный механизм 6 и тот закрывает затвор. После ссыпки материала из дозатора с помощью разгрузочного механизма 7 процесс повторяется. В схеме осуществляется компенсация воздействия удара материала о дно дозатора с помощью электромагнитного демпфера 8. При этом сигнал на усилитель 9 поступает от демпфера 8 и от элемента сравнения 10 (+ЭС), а от него на исполнительный механизм 6, но уже с учетом показания демпфера 8. Кроме того, схема имеет возможность производить учет прошедшего через дозатор материала с помощью блока 4, сигналы в который поступают от датчика 5 контроля расхода материала.

Для смесительных установок по горизонтальной схеме (со скиповым подъемником отдозированных материалов) система



автоматизации отличается управлением загрузкой и разгрузкой скипа. На рис. 40 приведена структурная схема элементов автоматизации смесительной установки горизонтального типа и их связи, на рис. 41 — функциональная схема системы автоматического управления (САУ).

Система управления включает в себя следующие блоки и элементы автоматизации:

автоматического дозирования песка, щебня, который при наличии разрешающего сигнала автоматики осуществляет загрузку скипа из расходного бункера с помощью питателя и прекращает загрузку по достижении заданной массы;

автоматического дозирования воды;



Рис. 41. Функциональная схема системы автоматизации бетоносмесительной установки (сплошными линиями обозначены цепи управления, штриховыми — цепи питания)

дополнительный блок формирования сигналов пуска и остановки системы, сигнала окончания дозирования, сигнала нулевого веса и др.;

автоматической загрузки, смешивания компонентов и выгрузки из смесителя.

Блокировочные связи обеспечивают выгрузку из дозаторов (при наличии скипа в нижнем положении на весовой платформе, когда включен датчик «Скип вниз»), выгрузку из скипа во вращающийся смеситель, разгрузку из смесителя только при наличии под ним средств транспорта и др.

Система начинает работать в автоматическом режиме при наличии сигнала «Пуск дозирования» (см. рис. 40): системой автоматики выдается команда на выгрузку отдозированных компонентов в смеситель и перемешивание по заданной во времени программе. Схема блока «Пуск дозирования» имеет много выходных сигналов, которые поступают на следующие элементы: управления затворами дозаторов сыпучих и воды, проверки готовности смесителя к приему сухой смеси, управления подачи скипом отдозированных сухих компонентов в смеситель, управления затвором бетоносмесителя.

В настоящее время проведен ряд исследований и разработок, направленных на оптимизацию управления процессами пригото-



ления бетонных строительных смесей с применением микропроцессорной техники, краткое описание которой будет приведено в следующих разделах.

## § 18. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ДОЗИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Технологические схемы дискретного (циклического) действия базируются на общераспространенной технологической схеме дозирования: расходный бункер — затвор (питатель) — циклический дозатор с мерной емкостью. По этой схеме для каждого рабочего цикла бетоносмесителя требуется провести следующие операции: открыть и закрыть затвор расходного бункера (емкости), провести сначала грубое, а затем точное взвешивание дозы, открыть и закрыть затвор дозатора. Каждая из перечисленных операций требует соответствующих автоматических устройств.

При наличии 6—8 дозаторов в секции бетонного завода общее число автоматических операций для каждого замеса составляет 50—60.

Для повышения точности дозирования за счет уменьшения влияния колебаний весовой системы наиболее целесообразно двухстадийное взвешивание: предварительный набор массы компонентов (85%) и досыпка, составляющая 15% общей дозы компонентов.

На точность дозирования в динамическом режиме набора массы компонентов бетонной смеси значительно влияют различные параметры рычажных дозаторов. Дозатор как динамическая система характеризуется следующими переменными: силой удара в весовой системе во время загрузки, отклонением расхода питателя от номинального, амплитудой и частотой колебаний весовой системы, отклонением времени закрытия затвора расходного бункера от номинального. Учет этих факторов может осуществлять автоматическая система управления процессом дозирования с широкими функциональными возможностями.

Схема дозирования дискретного действия (рис. 42) имеет в своем составе устройство управления (УУ), функционирующее в автоматическом режиме. С пульта оператор вводит в систему значение заданной массы дозы материала  $P_z$ , после чего УУ формирует сигнал для включения двигателя  $M$  винтового питателя 3 и материал начинает поступать из емкости 4 в дозатор 2. По мере поступления материала в емкость дозатора ось стрелки циферблатного указателя 6 поворачивается по часовой стрелке через рычажную систему 5. Угол поворота с помощью датчика  $D$  преобразуется в сигнал, поступающий в УУ, которое в соответствии с алгоритмом функционирования определяет момент и формирует сигналы выключения шнекового питателя 3 и открытия разгрузочного затвора 1 дозатора воздухораспределителем 7.

Рассмотрим возможные алгоритмы управления процессом набора дозы. Их эффективность существенно зависит от метода определения момента формирования сигнала управления питателем.

В алгоритме управления предполагается, что значение массы материала в емкости дозатора  $P_d(t_i)$  в каждый момент времени в точности соответствует значению сигнала на выходе датчика  $D$ . В начале процесса УУ формирует сигнал включения питателя. По мере поступления материала в дозатор изменяется

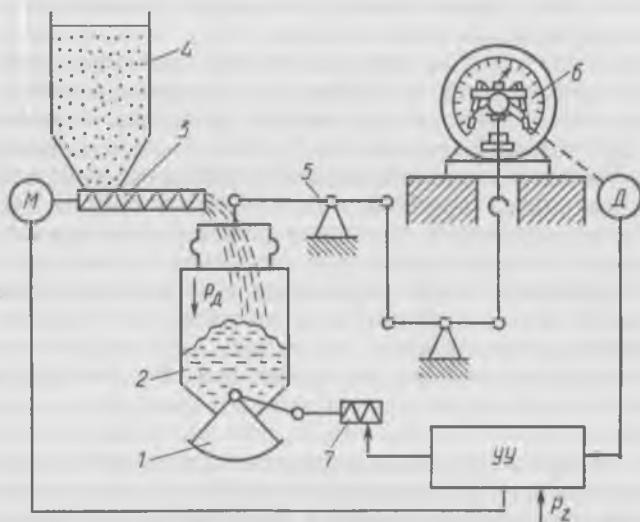


Рис. 42. Схема дозирования дискретного действия:

1 — разгрузочный затвор дозатора, 2 — емкость дозатора, 3 — винтовой питатель, 4 — накопительная емкость исходных материалов, 5 — рычажная система, 6 — циферблатный указатель, 7 — воздухо-распределитель; Д — датчик, УУ — устройство управления, М — двигатель винтового питателя,  $P_z$  — заданное значение массы по рецепту смеси,  $P_d$  — действительное значение массы материала

текущее значение массы  $P_d(t)$  и в УУ проверяется условие  $P_d(t) = P_z$  до тех пор, пока это условие не будет выполнено. Когда масса материала в бункере, определенная по текущему значению сигнала датчика, станет равной заданному значению массы дозы  $P_z$ , УУ формирует сигнал выключения питателя, после чего процесс набора дозы заканчивается.

Для определения момента выключения питателя используют бесконтактные путевые датчики БК, которые устанавливают на дополнительной стрелке циферблатного указателя 6, с помощью этой стрелки указывается заданная масса дозы  $P_z$  в соответствии с делениями шкалы указателя. При поступлении материала в дозатор стрелка поворачивается вокруг своей оси, когда флажок

на стрелке входит в паз датчика (набор дозы заданного значения), появляется сигнал, который через УУ отключает питатель. На серийно выпускаемых циферблатных указателях обычно устанавливают стрелки с датчиками БК.

Простейший алгоритм набора дозы имеет низкую точность дозирования, так как не учитывает наличия потока материала, находящегося в процессе падения в момент измерения текущей массы; динамического воздействия этого потока на грузоприемное устройство, обусловленного непрерывными ударами частиц падающего материала о массу материала в емкости дозатора; наличия переходных процессов и др.

Это приводит к тому, что масса дозы материала  $P_z$  в конце процесса отличается от значения  $P_d(t_1)$ , определенного в момент  $t_1$  формирования сигнала выключения питателя. В реальных системах  $P_d(t_1) > P_z$ . Разность  $\Delta = P_d(t_1) - P_z$  называется ошибкой системы. Уменьшить влияние ошибки можно применением в алгоритмах управления процессом набора дозы опережающих данных по учету падающей струи материала. В отличие от простейшего алгоритма в сложном алгоритме на основании значения сигнала  $P_d(t)$  вычисляется прогнозируемое значение массы материала  $P_n(t)$ , которая окажется в емкости дозатора по окончании процесса дозирования.

Прогнозирующая формула имеет вид  $P_n(t) = P_d(t) + A_n$ , где  $A_n$  — постоянный параметр в пределах интервала времени набора дозы.

Если  $A_n$  принять равным среднему значению ошибки системы, то постоянная составляющая ошибки набора дозы окажется равна нулю, что, как показал опыт эксплуатации различных систем, более чем в два раза повышает точность дозирования.

Ошибка зависит от параметров дозируемого материала (влажности, засоренности и пр.), а также от изменений значений этих параметров во времени.

Реализация в системах автоматики алгоритма управления процессом набора дозы предполагает возможность измерения угла поворота стрелки циферблатного указателя по всей шкале. Поэтому в модернизированных системах вместо путевых датчиков БК-А применен высокоточный преобразователь угол-код (см. рис. 39) на базе сельсина.

Преобразователь работает следующим образом. Синусоидальные напряжения  $U_1$  и  $U_2$ , сдвинутые по фазе  $60^\circ$  относительно друг друга, подаются с двухфазного генератора 1 на обмотки статора 2 сельсина. Токи  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  обмоток сельсина образуют трехфазную симметричную систему и обуславливают появление вращающего магнитного поля, которое пересекает обмотку ротора сельсина, жестко соединенного с осью стрелки циферблатного указателя. Сдвиг по фазе между напряжением  $U_1$  на выходе генератора 1 и напряжением  $U_2$  на обмотке ротора 3 сельсина про-

порционален углу поворота относительно статора. С помощью преобразователя 4 этот сдвиг преобразуется в код, который поступает в устройство управления. Рассмотренная структурная схема является общей для автоматических систем дозирования компонентов бетонных и растворных смесей как с применением датчиков БК-А, так и сельсинов. Отличаются эти системы в основном используемой для построения автоматической системы элементной базы. При дозировании цемента применяют шнековые питатели, воды и добавок — электромагнитные вентили, заполнителей — секторные затворы и вибропитатели.

Технологические требования к качеству дозирования при производстве бетонных смесей обуславливаются необходимостью обеспечивать постоянство заданных свойств бетона и смесей — соответственно прочности и однородности.

Погрешности дозирования существенно влияют на качество бетона, причем значения погрешностей значительно больше допустимых СНиПом и ГОСТом. Результаты расчетов показали, что отклонения в точности дозирования цемента и воды на  $\pm 2\%$  могут привести к изменению прочности бетона в среднем на  $\pm 5\%$ , а жесткости смеси на  $\pm 15, \pm 20\%$  в зависимости от типа смеси.

Даже относительно небольшие ошибки при дозировании цемента приводят к существенному ухудшению однородности бетонной смеси по прочности и вызывают значительные колебания ее жесткости. Установлено, что колебания жесткости вызываются в основном ошибками в дозировании воды. Необходимая точность дозирования воды должна составлять  $\pm 1,5\%$  от массы дозы.

Для повышения точности автоматическое управление весом периодическим дозированием должно осуществляться по специальному алгоритму, учитывающему влияние процесса истечения материала, а также количество материала, поступающего в бункер дозатора после подачи сигнала на закрытие затвора питателя в каждом цикле дозирования. Такой учет необходим, поскольку скорость истечения сыпучих материалов и частота пульсации не остаются постоянными даже в течение одного цикла подачи материала, поэтому динамическое воздействие потока материала, а также количество материала, поступающие в бункер дозатора за определенный промежуток времени, также не являются постоянными.

Система автоматического управления дозированием не может обеспечить существенного повышения точности дозирования при подаче материалов с помощью нерегулируемых питателей гравитационного типа. Точность дискретного периодического дозирования определяется не только характером истечения материала в бункер дозатора, но и динамическими свойствами силовых измерителей систем и кинематическими свойствами механизма питателя.

Большинство зарубежных систем управления дозированием предусматривают оснащение дозаторов питателями принудительного действия, в том числе с регулируемой интенсивностью, обеспечивающими подачу материалов в режимах «грубого» и «точного» дозирования. Наиболее совершенные системы реализуют алгоритмы автоматической коррекции опережения, аналогичные рассмотренным выше.

Одним из обязательных условий нормальной работы систем автоматического управления дозированием является непрерывный автоматический контроль фактической точности дозирования, обеспечивающий в случае нарушения требуемых допусков остановку процесса приготовления и выдачу обслуживающему персоналу информации о характере отклонения. Подобными устройствами снабжено большинство зарубежных систем автоматизации, имеются такие устройства и в ряде отечественных систем.

К автоматизированным циклическим дозаторам для приготовления компонентов бетонной смеси на бетоносмесительных установках и заводах предъявляются следующие требования: точность взвешивания  $\pm 2\%$  для цемента и жидкостей и  $\pm 2,5\%$  для заполнителей (ГОСТ 7473—85); возможность получения не менее 20 марок бетонной смеси; время цикла дозирования не более 30 с; время перестройки дозы 2—5 с; возможность коррекции дозы воды в зависимости от влажности заполнителей.

Необходимая точность взвешивания — важнейший показатель дозаторов, так как определяет степень однородности бетонной смеси, а, значит, и ее качество.

Современное состояние технических средств автоматики позволяет создать надежные узлы задания до двадцати составов бетонной смеси и более.

Высокая надежность схемы управления обеспечивается применением бесконтактных датчиков массы, использованием бесконтактных логических элементов для выполнения логических операций дозирования, применением плат с печатным монтажом и бесконтактных переключающих устройств, оснащением систем реле с герметизированными контактами (герконами) и резервированием блоков управления.

#### **§ 19. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ БЕТОННОЙ СМЕСИ**

В результате смешивания компонентов бетонной смеси должна быть получена однородная масса. Масса считается однородной, если пробы, отобранные из разных ее мест, содержат отдельные компоненты в одинаковых процентных соотношениях.

Однородность готовой смеси при выбранной конструкции смесителя и постоянстве химико-механических свойств исходных материалов зависит только от времени смешивания.

В системах управления автоматизация процессов смешивания компонентов бетонной смеси в смесителях периодического действия сводится к обеспечению заданного времени смешивания с применением различных реле времени, с помощью которых обеспечивается требуемая выдержка времени при смешивании компонентов бетонной смеси.

Переменные химико-механические свойства исходных материалов приводят к необходимости увеличения времени смешивания, что снижает эффективность использования основного оборудования и может вызвать расслоение бетонной смеси по компонентам. Выдерживая точное соотношение между поступающими на смешивание составляющими и дозируемым количеством воды, можно добиться соблюдения установленного значения водоцементного отношения (В/Ц) и функционально с ним связанной прочности бетонной смеси. Однако конечный результат сильно искажается из-за переменной влажности заполнителей.

Производству нужны надежные системы, позволяющие определять количество неучтенной влаги и соответственно эффективно корректировать производительность дозатора воды.

В практике широко используется способ поддержания требуемого водоцементного отношения путем возможности изменения расхода воды, вводимой при смешивании, в зависимости от изменения предельного напряжения сдвига и структурной вязкости смеси до получения ее с заданными формовочными свойствами.

В качестве обобщенного параметра, тесно связанного с характеристиками бетонной смеси, может быть использована мощность, потребляемая электродвигателем бетоносмесителя.

Мощность двигателя бетоносмесителя зависит от ряда случайных факторов, практически не поддающихся измерению: это износ перемешивающих и неподвижных лопастей, изменение расстояния их от центра вращения, изменчивость КПД приводной передачи, переменное трение в подшипниках и др., что снижает точность воспроизведения первичных характеристик бетонной смеси посредством измерения. Налипание смеси на барабан и лопасти бетоносмесителя вносит особенно большую переменную погрешность в окончательный результат. Несмотря на указанные недостатки, регулирование подвижности бетонной смеси по мощности, потребляемой двигателем бетоносмесителя, в практике применяют. Преимуществами этого метода являются возможность его использования для бетоносмесителей любого принципа действия и конструкции, а также простота измерения регулируемого параметра.

Смешивание компонентов бетонной смеси производят следующим образом.

Загрузка бетоносмесителя 1 (рис. 43) из дозаторов циклично-го действия допускается только при включенном приводе смесительного барабана, полной разгрузке смесительной камеры и

закрытом затворе бетоносмесителя. Есть несколько способов определения момента окончания смешивания, реализуемых с помощью блока управления 4. Наиболее распространено управление по времени, при котором процесс смешивания считается законченным, если он продолжался в течение установленного интервала времени. После этого открывается затвор 5 с помощью электромагнита воздухораспределителя ЭМ и смесь выгружается в транспортные средства. Программная реализация этого способа весьма проста.

Косвенно однородность бетонной смеси контролируют по нагрузке электродвигателя, вращающего лопасти смесителя. Учитывая это, окончание процесса перемешивания при постоянном

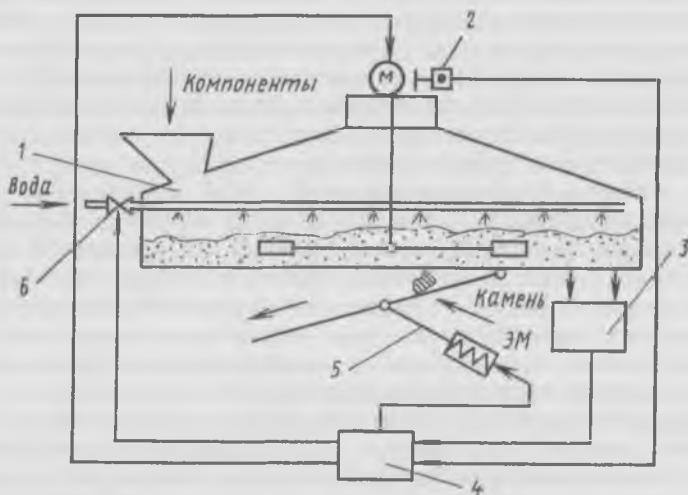


Рис. 43. Структурная схема регулирования подвижности бетонной смеси:

1 — бетоносмеситель принудительного перемешивания, 2 — датчик контроля нагрузки тока двигателя, 3 — датчик электропроводности смеси, 4 — блок управления, 5 — затвор выгрузки смеси, 6 — регулирующий вентиль

напряжении сети можно определять по стабильности тока, потребляемого электродвигателем М.

Как отмечалось выше, важной задачей управления процессом приготовления бетонной смеси является регулирование ее подвижности. Бетонная смесь, обладающая слабой подвижностью, затрудняет процесс формирования изделий. Избыточное содержание воды, находящееся не в заданном водоцементном состоянии, повышает подвижность, но снижает прочностные характеристики готового изделия.

Рассмотрим три способа автоматического регулирования подвижности смеси. *Первый способ* основан на зависимости мощ-

ности, потребляемой двигателем смесителя, от водоцементного отношения смеси в конце смешивания (рис. 44). При вводе воды в смешиваемые компоненты бетонной смеси потребляемая мощность электродвигателя бетоносмесителя имеет минимальное значение ( $P_{\min}$ ). Затем по мере поглощения воды компонентами мощность увеличивается и достигает максимального значения ( $P_{\max}$ ). По истечении определенного времени смешивания смесь начинает увеличивать свою пластичность за счет увеличения количества воды и мощность электродвигателя, затрачиваемая на вращение лопастей, снижается на значение  $\Delta P$  и принимает номинальное значение ( $P_{\text{ном}}$ ), что свидетельствует о готовности смеси к выгрузке из бетоносмесителя в транспортные средства.

Регулируют подвижность смеси датчиком 2 (см. рис. 43) потребляемой двигателем  $M$  мощности, выход которого присоединен к входу блока управления 4. Этот блок управляет вентилем 6, регулируя количество подаваемой в бетоносмеситель 1 воды, так чтобы мощность, потребляемая двигателем, соответствовала заданной.

Второй способ основан на зависимости электропроводности бетонной смеси от количества содержащейся в ней воды, а следовательно, и от подвижности. Для его реализации датчик электропроводности 3 подсоединяют к блоку управления 4, который с помощью вентиля 6 регулирует количество подаваемой в бетоносмеситель воды таким образом, чтобы электропроводность смеси соответствовала заданной.

Третий способ основан на вводе в устройство коррекции системы автоматики информации о влажности заполнителей от влагомеров, что позволяет непрерывно в каждом цикле дозирования корректировать подвижность бетонной смеси по влажности ее компонентов.

Как показывает практика, в процессе неоднократного закрытия и открытия затвора смесителя при разгрузке смеси из бетоносмесителя в транспортные средства затвор заклинивается при попадании крупного щебня между подвижной частью затвора и корпусом смесителя. Это приводит к нарушению работы системы автоматического управления приготовлением бетонной смеси, включая дозирование ее компонентов, и в отдельных случаях к поломке подвижной части затвора, что, в свою очередь, снижает производительность бетоносмесительной установки из-за непредвиденных потерь времени на устранение неисправностей. Исклю-

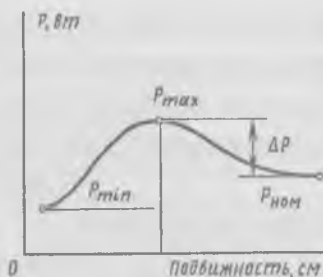


Рис. 44. Зависимость мощности, потребляемой двигателем, от подвижности смеси



чение поломок такого характера обеспечивает схема автоматического контроля закрытия затвора смесителя (рис. 45).

При нормальной работе замкнувшийся контакт реле  $K1.1$  включает реле  $K2$ . Реле своим контактом  $K2.3$  подает питание на электромагнит воздухораспределителя  $\mathcal{E}M$ , и затвор открывается. При этом катушка реле  $K2$  становится на самоблокировку через собственный контакт  $K2.1$ , кнопку сброса  $SБ$  и конечный выключатель  $SQ$  закрытого затвора бетоносмесителя. Одновременно контакт  $K2.2$  этого же реле включает соленоид  $V1$  и двигатель  $M$  через аварийный выключатель  $SQ1$  программного реле времени  $KT1$ . По истечении времени разгрузки смеси из бетоносмесителя разрывается контакт  $KT1.1$  и снимается напряжение с электромагнита  $\mathcal{E}M$ . Затвор смесителя начинает закрываться, при полном его закрытии замыкается конечный выключатель  $SQ$ , который отключает реле  $K2$  и соответственно программное реле времени  $KT1$ , которое замыкает свой контакт  $KT1.1$ , а остальные контакты этого реле находятся в первоначальном положении. При появлении сигнала от контакта

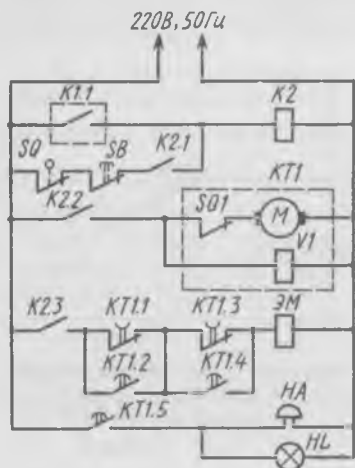


Рис. 45. Принципиальная электрическая схема управления электромагнитом воздухораспределителя выпускного затвора смесителя

$KT1.1$  работа схемы повторяется.

В случае заклинивания затвора (например, крупным щебнем) схема работает следующим образом. При отключении электромагнита  $\mathcal{E}M$  контактом  $KT1.1$  затвор начинает закрываться и в случае попадания крупного щебня (камня) между подвижной частью затвора и корпусом смесителя конечный выключатель  $SQ$  не замкнется и реле  $KT1$  не отключится. По истечении заданного времени реле  $KT1$  включит свой контакт  $KT1.2$ , шунтируя контакт  $KT1.1$ , повторно начнет подавать напряжение на электромагнит  $\mathcal{E}M$  и затвор начнет открываться. В результате камень выпадает в образовавшееся отверстие между корпусом и затвором. Через определенное время контакт  $KT1.3$  разомкнется, снимается напряжение с электромагнита  $\mathcal{E}M$ , затвор закроется, конечный выключатель  $SQ$  замкнется и схема возвратится в исходное состояние. Если же затвор не закрылся, так как камень не выпал, то схема не возвратится в исходное состояние, контакт  $KT1.4$  замкнется, шунтируя контакт  $KT1.3$ , и затвор снова начнет открываться, но программное реле времени  $KT1$  продолжает ра-

ботать и по истечении заданного времени контакт *КТ1.5* этого реле замкнется, включатся звуковая *НА* и световая *НЛ* аварийные сигнализации, извещающие оператора о нарушении режима работы разгрузочного затвора бетоносмесителя. Устранив неисправность, оператор нажимает кнопку *SB*: реле *К2*, которое снимает питание с реле *КТ1*, отключается, аварийная сигнализация выключается, и схема приходит в исходное состояние.

Временная циклограмма работы элементов схемы и контактов программного реле времени (рис. 46) позволяет установить последовательность срабатывания всех элементов схемы и особенно контактов программного реле времени *КТ*. По этой циклограмме оператор настраивает время срабатывания контактов: контакт *КТ.1* при включении схемы в работу замкнут и размыкается через 10 с с момента включения двигателя *М* реле времени *КТ*; контакт *КТ.2* замыкается через 30 с, контакт *КТ.3* размыкается через 40 с, а контакты *КТ.4* и *КТ.5* замыкаются соответственно через 50 и 55 с с момента включения двигателя *М* реле *КТ*. Отключается программное реле конечным выключателем *SQ* через 1 с после закрытия затвора смесителя.

<i>КТ.1</i>	Команда на открытие затвора	
	10с	
<i>SQ.1</i>	Включение реле <i>К2</i> и отключение реле <i>КТ1</i>	
<i>К2.1</i>	самозащитка реле <i>К2</i>	
<i>К2.2</i>	Включение программного реле <i>КТ1</i>	
<i>К2.3</i>	Команда на включение ЭМ	
<i>КТ.1</i>	Закрытие затвора после разрядки	
	10с	
<i>КТ.2</i>	Повторное открытие затвора после заклинивания	
	30с	
<i>КТ.3</i>	Закрытие затвора после повторного закрытия	
	40с	
<i>КТ.4</i>	Конечное открытие затвора ввиду неисправн.	
	50с	
<i>КТ.5</i>	Сигнализация неисправности работы затвора	
	55с	
<i>SB</i>	Сброс программного реле времени	
		1с

Рис. 46. Временная циклограмма работы элементов схемы и контактов программного реле времени *КТ*

## § 20. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Исходные инертные материалы в процессе хранения на открытых складах изменяют свою влажность в широком диапазоне. Это приводит к снижению качества готовой бетонной смеси и увеличению расхода цемента для обеспечения необходимой прочности бетона: чем больше колебания влажности заполнителей (особенно в осенний период), тем больше расход цемента.

Для регулирования влажности заполнителей имеются соответствующие устройства, которые непрерывно преобразуют технологическую информацию о влажности материала в управляющий сигнал.

В процессе приготовления бетонной смеси необходимо обеспечивать постоянное влагосодержание, от которого зависят два основных параметра бетонной смеси — прочность и удобоукладываемость. Поэтому с учетом переменной влажности заполнителей (особенно песка) необходимо непрерывно корректировать дозирование воды в смеси.

В бетоне сыпучие материалы (песок и крупный заполнитель) склеены в единый конгломерат минеральным клеем из цемента и воды. Избыточная вода, не учтенная из-за неточности дозирования компонентов бетонной смеси, разжижает клей, испаряясь образует пары в цементном клее, что снижает прочность бетона.

Как правило, заполнители для производства смеси (особенно мобильных бетоносмесительных установок) хранятся на открытых складах и в зависимости от погодных условий имеют различную влажность: влажность песка, например, меняется в пределах 0—12%, крупных фракций щебня — 0—6%.

В производственных условиях влажность заполнителей периодически определяют (2—3 раза в сутки) высушиванием проб в заводских лабораториях. Однако на практике доза воды, как правило, не соответствует полученным в лаборатории данным, так как в течение суток влажность инертных может меняться в широких пределах. Поэтому периодический контроль не обеспечивает получения бетонной смеси с заданным водоцементным соотношением.

Автоматизация технологических процессов приготовления бетонных смесей и особенно с применением микропроцессорной техники позволяет обеспечить точное дозирование компонентов бетонной смеси. Наиболее ответственной и трудной для автоматизации является операция дозирования компонентов с коррекцией доз воды в зависимости от изменения влажности исходных материалов.

Опыт внедрения различных влагомеров показал, что расход цемента при этом на 1 м<sup>3</sup> бетона можно уменьшить с одновременным улучшением качества изделий.

Для контроля влажности заполнителей широко используют электрические (кондуктометрические) и физические (нейтронный) методы измерения.

*Кондуктометрический влагомер песка* типа ВПС-205 (рис. 47) предназначен для контроля влажности песка и получения корректирующего унифицированного сигнала, пропорционального содержанию влаги в дозе песка. Диапазон изменения влажности песка размером 0,14—5 мм составляет от 0 до 12% с точностью не более 0,5%. Принцип действия прибора основан на изменении электрической проводимости контролируемой среды в зависимости от количества находящейся в ней влаги.

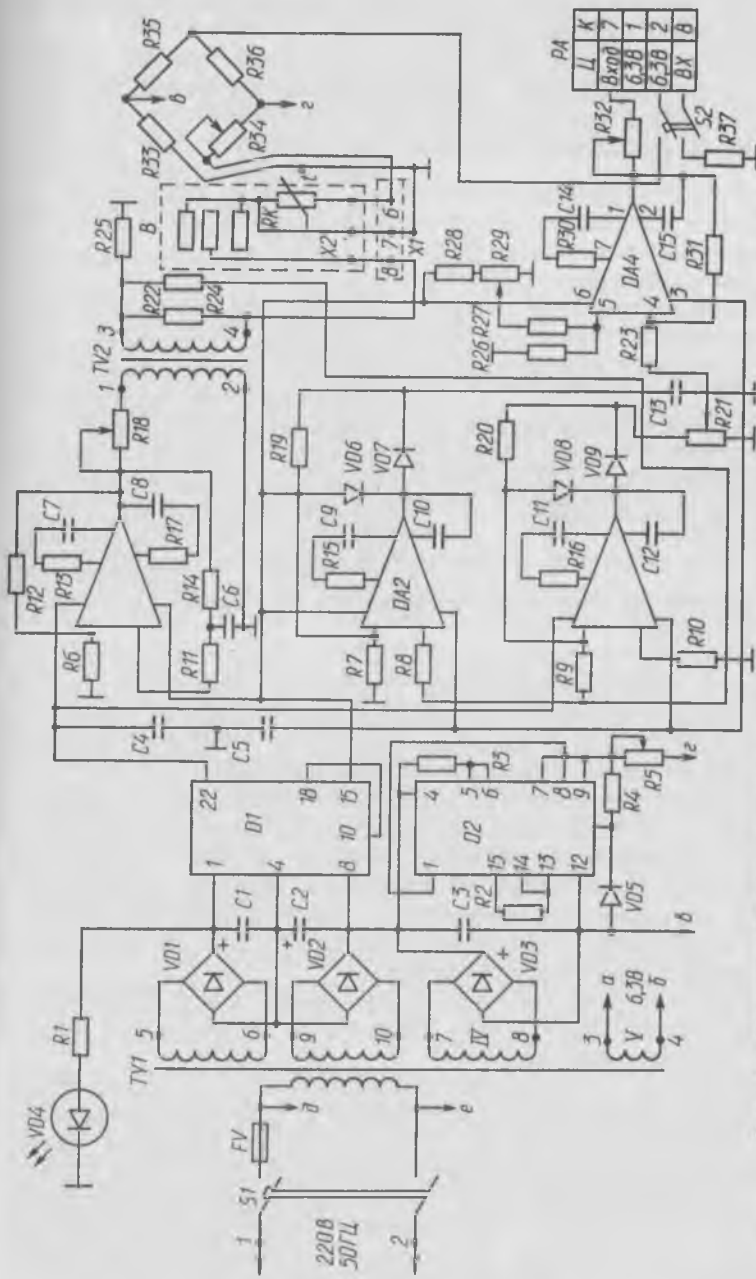


Рис. 47. Принципиальная электрическая схема кондуктометрического влагомера ВПС-205.

S1, S2 — выключатели, FV — предохранитель, TV1, TV2 — трансформаторы, VD1—VD9 — выпрямители, D1, D2 — микросхема 701МП23, DA1—DA4 — микросхемы К553, C1—C15 — конденсаторы, R1—R37 — резисторы, B — датчик (трехэлектродный чувствительный элемент), RA — штепсельный разъем

Прибор состоит из датчика, измерительного блока с блоком управления, множительного устройства, цифрового вольтметра и показывающего микроамперметра.

Датчик представляет собой трехэлектродный чувствительный элемент. Сигнал от датчика, пропорциональный изменению удельной электрической проводимости контролируемой среды, а следовательно, и влажности, поступает на измерительный преобразователь, который состоит из

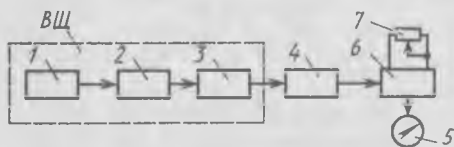


Рис. 48. Блок-схема влагомера «Нейтрон-3М»:

*ВЩ* — выносной щуп; 1 — погружаемый датчик с источником излучения, 2 — счетчик гамма-излучения, 3 — усилитель импульсов, 4 — электронный блок, 5 — прибор измерения импульсов, 6 — автоматический регулятор, 7 — потенциометр

преобразователь, который состоит из блока питания и измерительной части. Блок питания состоит из силового трансформатора *TV1*, двух выпрямительных мостов *VD1* и *VD2*, питающего стабилизатора постоянного напряжения *D1*, собранного на полупроводниковой интегральной микросхеме 701МП 23 и выпрямительного моста *VD3*, питающего стабилизатора *D2*, собранного на микросхеме 70114П21. Конденсаторы

*C1—C5* предназначены для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения.

Измерение сигналов производится с помощью генератора, выпрямителя и дифференциального усилителя. Генератор собран на микросхеме К553 (*DA1*). Задающая цепь измерения состоит из резисторов *R11* и *R14* и конденсатора *C6*, с помощью которых устанавливают частоту генерирующих колебаний.

Переменный резистор *R18* определяет необходимую амплитуду выходного сигнала генератора, передаваемого трансформатором *TV2* на измерительную схему, которая состоит из датчика резистора *R25*, включенных во вторичную обмотку трансформатора *TV2*. Шунтирующий вторичную обмотку резистор *R22* исключает возможность изменения выходного сигнала генератора при изменении сопротивления нагрузки.

Выпрямители *DA2*, *DA3* собраны на микросхемах К553 УД1А, выходное напряжение которых изменяется линейно при подаче на него линейного сигнала.

Выпрямление напряжения осуществляется с последующей фильтрацией переменной составляющей с помощью конденсатора *C13*. Переменный резистор *R21* регулирует выходное напряжение выпрямителя. Дифференциальный усилитель *DA4*, собранный на микросхеме К553 УД1, служит для усиления выпрямленного сигнала и установки электрического нуля прибора при минимальной электрической проводимости контролируемой среды. Электрический нуль прибора устанавливают переменным резистором.

стором R29. Переменным резистором R32 настраивают чувствительность влагомера.

На многих заводах ЖБИ и ЖБК широко используют *нейтронные влагомеры*, которые могут непрерывно в каждом цикле дозирования корректировать состав бетонной смеси по влажности песка. Влагомер «Нейтрон-3М» (рис. 48) разработан для непрерывного измерения относительной влажности заполнителей с погрешностью  $\pm 0,5\%$ .

Физическая сущность нейтронного метода состоит в том, что быстрые нейтроны замедляются при столкновении с ядрами атомов водорода (протонами) и превращаются в медленные нейтроны (термические тепловые нейтроны), которые захватываются ядрами химических элементов среды, образуя гамма-излучение. При этом интенсивность гамма-излучения пропорциональна влажности материала. В процессе измерения нейтронный датчик помещают в исследуемую среду.

Регистрируя интенсивность потока медленных нейтронов, прошедшего через заполнитель, и учитывая общую массу материала, получают сигнал, пропорциональный влажности материала.

Нейтронный влагомер состоит из выносного щупа ВЩ и электронных приборов. Погружаемый датчик 1 с источником излучения помещают в материал. Медленные нейтроны гамма-излучения поступают на счетчик 2, в результате чего на выходе его вырабатываются электрические импульсы, которые усиливаются в одном из каскадов усилителя 3 и поступают на электронный блок 4. В последнем импульсы повторно усиливаются и поступают в автоматический регулятор 6, где измеряются прибором 5. Показания прибора зависят от влажности материала. В автоматическом регуляторе в зависимости от уровня напряжения, определяемого концентрацией влаги в материале, включается или выключается реле, с помощью которого регулируется подача воды в дозатор жидкости. В прибор встроен потенциометр 7, посредством которого устанавливают уровень срабатывания реле (при заданной влажности).

Испытания нейтронного влагомера типа «Нейтрон-3М» показали хорошую работоспособность в производственных условиях. Электрический сигнал от влагомера через коаксиальный кабель передается на пульт управления для показания, регистрации и введения поправки в АСУ ТП приготовления бетонной смеси. Данный способ обеспечивает бесконтактное взаимодействие датчиков со средой. От электрических методов он выгодно отличается: меньшей чувствительностью к изменению химического состава среды, равномерной чувствительностью во всем рабочем диапазоне измерения влажности, большей работоспособностью при отрицательных температурах, возможностью измерять влажность крупного заполнителя.

Основной недостаток нейтронного метода — необходимость в

биологической защите источника гамма-излучения, что создает трудности при эксплуатации прибора. Кроме того, эксплуатировать прибор должен высококвалифицированный персонал.

В СССР разработан принципиально новый метод, основанный на совмещении ленточного дозатора непрерывного действия с нейтронным влагомером (рис. 49). Основным показателем рабо-

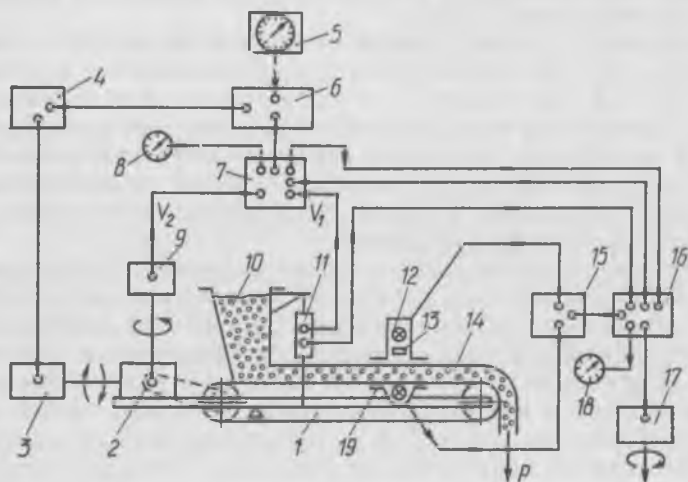


Рис. 49. Функциональная схема устройства автоматического определения и компенсации переменной влажности заполнителей:

1 — дозатор непрерывного действия, 2 — вариатор привода дозатора, 3 — исполнительный механизм вариатора, 4 — реверсивный магнитный пускатель, 5 — задатчик производительности дозатора, 6 — электронный регулятор, 7 — дифференциально-трансформаторный прибор, 8 — указатель фактической производительности дозатора заполнителей, 9 — тахогенератор, 10 — расходный бункер, 11 — датчик массы, 12, 19 — счетчики быстрых и медленных нейтронов, 13 — излучатель быстрых нейтронов, 14 — дозируемый материал, 15 — дифференциальный счетчик импульсов, 16 — преобразователь, 17 — исполнительный механизм дозатора воды, 18 — указатель фактической влажности

ты ленточного дозатора непрерывного действия с компенсацией переменной влажности заполнителей является производительность  $Q = KP \cdot v$ , где  $K$  — коэффициент, учитывающий точность системы дозирования;  $P$  — масса материала на ленте конвейера;  $v$  — скорость ленты конвейера.

Материал 14 из расходного бункера 10 выбирается ленточным конвейером дозатора 1. Датчик 11 преобразует показатель фактической массы  $P$  материала на ленте в электрический сигнал  $U_1$ , который поступает с задатчика 5 производительности дозатора в дифференциально-трансформаторный прибор 7 и преобразователь 16. Сигнал разбаланса между показаниями датчика 11 и задатчика 5 воспринимает электронный регулятор 6. Скорость движения ленты измеряет тахогенератор 9 и преобразует ее в напряжение  $U_2$ . Это напряжение также подается в дифференциаль-

но-трансформаторный прибор 7, который вырабатывает сигнал и подает его в электронный регулятор 6. В зависимости от полярности сигнала электронный регулятор включает одну из катушек реверсивного магнитного пускателя 4, который с помощью исполнительного механизма 3 вариатора 2 изменяет скорость ленты конвейера до тех пор, пока сигнал рассогласования не станет равным нулю. При этом указатель 8 фиксирует фактическую производительность дозатора заполнителей.

С увеличением или снижением влажности заполнителя соответственно изменяется фактическая производительность дозатора, но она должна соответствовать заданной с учетом влажности.

Излучатель 13 быстрых нейтронов подает сигнал через дозируемый материал 14 в дифференциальный счетчик 15 импульсов, в котором происходит сравнение интенсивности излучения от счетчика 12 быстрых нейтронов и счетчика 19 замедленных от влажности материала нейтронов. Если материал абсолютно сухой, то сигнал рассогласования в преобразователе 16 равен нулю. В случае увеличения влажности в преобразователе 16 появляется сигнал рассогласования, отличный от нуля, который поступает через дифференциально-трансформаторный прибор 7 на один из входов электронного регулятора 6, включаются магнитный пускатель 4, исполнительный механизм 3 и вариатор 2, что приводит к увеличению скорости ленты конвейера, а значит, и производительности на значение, соответствующее увеличению массы материала из-за его влажности. Одновременно указатель 18 фиксирует фактическую влажность песка или щебня. Кроме того, схема позволяет компенсировать влажность за счет управления исполнительным механизмом 17 дозатора воды: исполнительный механизм в зависимости от увеличения или уменьшения влажности заполнителя на ленте конвейера дозатора регулирует подачу воды в дозатор жидкости.

Описанный метод позволяет автоматически непрерывно измерять и компенсировать переменную влажность заполнителей бетонной смеси как за счет изменения расхода воды, так и за счет расхода каждого вида заполнителей, причем погрешность измерения не зависит от физико-механических и химических свойств заполнителей.

## § 21. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЫДАЧИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

При порционных способах приготовления количество бетонной смеси учитывают в основном по числу замесов, выданных бетоносмесителем.

Выгружают смесь в средства циклического транспорта (автосамосвалы, бетоновозы, автобетоносмесители, раздаточные тележки, бады и др.), грузоподъемность и вместимость которых увязывают с емкостью бетоносмесителя по выходу смеси. Масса и



объем каждого замеса в бетоносмесителе могут колебаться в зависимости от его состава и рецептуры.

Применяют различные варианты схем автоматизации выдачи бетонной смеси: автоматизированный учет по количеству выданных замесов и наиболее перспективный — по массе выданной смеси. На практике предприятия используют различные по конструкции автомобильные тензометрические весы для автоматического учета по массе выданной смеси.

При выдаче смеси в автобетоновозы система автоматизации передает информацию диспетчеру смесительной установки или оператору дозировочного отделения о потребной марке смеси или же потребное количество смеси заказывает водитель с помощью перфокарт или жетонов, а также осуществляет оформление документов на выданную готовую смесь.

Незагруженный транспорт (автобетоновоз) проезжает через весовую тензометрическую площадку. Во время проезда определяется масса тары и, следовательно, марка (грузоподъемность) машины. В этот момент дается сигнал на отпуск требуемого количества бетонной смеси заданного состава. Затем порожний автобетоновоз подходит под загрузку. Открывается затвор бетонораздаточного бункера при накоплении в нем заданного количества смеси. Загруженный автобетоновоз проезжает через вторую весовую тензометрическую площадку, аналогичную первой, которая фиксирует его массу.

По разности сигналов первой и второй весовых площадок определяют фактическую массу отпущенной бетонной смеси. Сигнал подается на интегратор массы, который суммирует количество выданной продукции во времени (в час, смену, сутки и т. п.). Система фиксирует массу отпущенной бетонной смеси с точностью 0,5—1%.

При транспортировании готовой смеси по эстакадам и подвесным путям система автоматизации обеспечивает дистанционный прием заявок на потребные марки смеси со всех пунктов запроса. Выполнение этих заявок, маршрута следования со смесью по пунктам запроса и возврат разгрузившихся транспортных средств (бетонораздатчики, бункера, бады и др.) в отделение выдачи смеси под очередную загрузку из бетоносмесителя производятся автоматически.

Рассмотрим на примере технологической схемы выдачи бетонной смеси (рис. 50, а) систему автоматического управления бетонораздатчиком (рис. 50, б) как наиболее распространенную на автоматизированных бетоносмесительных заводах строительной индустрии.

При включении автоматического выключателя  $SF(1)$  \* на-

---

\* В скобках указан номер участка, определяющего местонахождение данного элемента на принципиальной электрической схеме.

пряжение питания через кнопку аварийной остановки *SBA* (2) подается на цепи автоматического управления бетонораздатчиком. В исходном состоянии бетонораздатчик установлен под бетоносмесителем и нажат конечный выключатель *SQ6* (4). Оператор с пульта управления выбирает ключом *SB6* (8) по запросу места разгрузки бетонораздатчика (например, пост № 3) и переводит избиратель режима управления *SBR* (9) в положение «А» — автоматическое управление.

При разгрузке бетоносмесителя замыкается контакт конечного выключателя *SQ5* (9) затвора и срабатывает реле *K2* (9), которое становится на самоблокировку через нормально закрытый контакт реле *K1* (8). Смесь из бетоносмесителя выгружается в бетонораздатчик. Через заданное время выгрузки закрывается разгрузочный затвор бетоносмесителя и один контакт конечного выключателя *SQ5* (10) размыкается, а другой замыкается, что приводит к включению реле *K3* (10), которое подготавливает цепь для включения реле времени предпусковой сигнализации *KT1* (11).

При нажатии оператором кнопки пуска *SB7* (11) срабатывает реле *KT1*, которое подает напряжение на сирену предпусковой сигнализации *HA* (12). По истечении 30 с контакт реле времени *KT1* переключается и срабатывает реле *K4* (13) отправки бетонораздатчика к месту разгрузки. При этом включается магнитный пускатель *KMB1* (3) электропривода бетонораздатчика. Одновременно отключается реле *K4* (13). При подходе бетонораздатчика к посту № 3 замыкается контакт конечного выключателя *SQ3* (8) и срабатывает реле *K1* (8), которое останавливает бетонораздатчик путем отключения магнитного пускателя *KMB1*, включает электромагнитный тормоз *YA1* (5) и открывает затвор бункера бетонораздатчика с помощью магнитного пускателя *KMB2* (6).

При открытии затвора замыкается контакт конечного выключателя *SQ7* (14) и включается реле *KT2* (14), которое становится на самоблокировку через свой контакт и контакт реле *K1* и подает напряжение на сирену предпусковой сигнализации *HA*. По истечении времени разгрузки бункера бетонораздатчика (около 20 с) переключается временной контакт реле *KT2* и включается магнитный пускатель *KMH2* (7) закрытия затвора. При полностью закрытом затворе замыкается контакт *SQ8* (15) и срабатывает реле *K5* (15), которое снимает напряжение с тормоза *YA1* и включает магнитный пускатель *KMH1* (4) возврата бетонораздатчика под бетоносмеситель. При сходе бетонораздатчика с конечного выключателя *SQ3* отключается реле *K1*, которое отключает реле *KT2* (отключается сирена *HA*) и реле *K5*. При подходе бетонораздатчика под бетоносмеситель срабатывает конечный выключатель *SQ6*, его нормально закрытый контакт отключает магнитный пускатель *KMH1* и одновременно нормально

открытый контакт включает электромагнитный тормоз *YA1*. Бетонораздатчик находится в исходном состоянии под бетоносмесителем.

Для повторной отправки бетонораздатчика после его загрузки (включены реле *K2* и *K3*) к месту разгрузки оператор с пульта управления устанавливает переключатель *SB6* в требуемое положение и нажимает кнопку *SB7*. При этом снимается напряжение с электромагнитного тормоза *YA1* и включается реле времени предпусковой сигнализации *KT1*.

Мы рассмотрели наиболее распространенный вариант одной (локальной) системы управления выдачей бетонной смеси, выполненный в релейно-контактном исполнении. В рамках АСУ ТП (автоматизированной системы управления технологическими процессами приготовления бетонной смеси) могут быть несколько локальных систем заказа бетонной смеси и доставки ее потребителю (рис. 51), которые входят в общую систему АСУ ТП отдельной подсистемой.

На технологических участках, потребляющих бетон, установлены пульта заказа бетонной смеси (ПЗБ), которые подключены к УВМ (управляющей вычислительной машине) с помощью линии связи через устройство обмена сигналами с периферией. Используя ПЗБ, потребитель может ввести в УВМ заказ на приготовление и доставку очередной порции бетонной смеси, в котором указывает марку, общую массу и момент времени, к которому следует подать смесь на технологический участок.

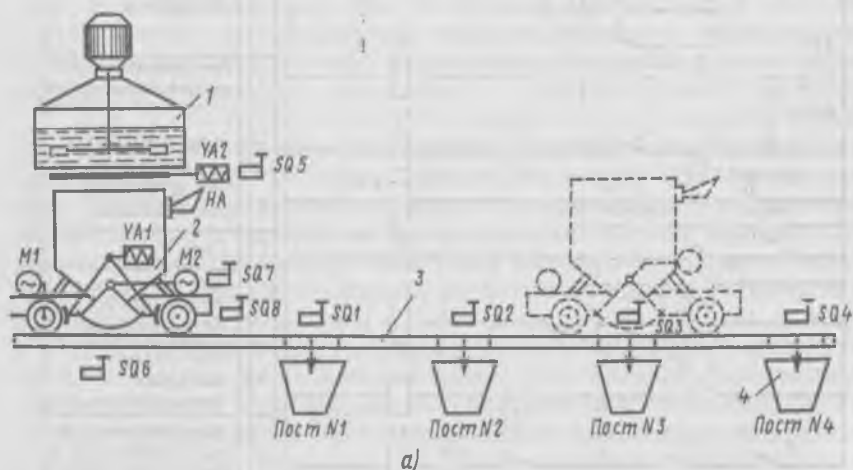
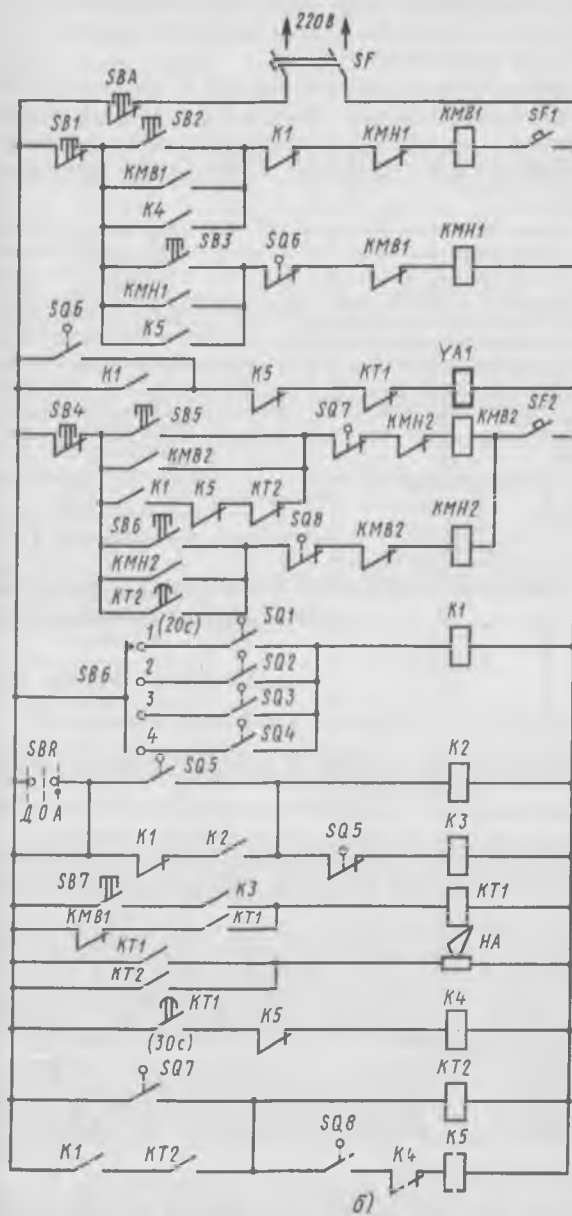


Рис. 50. Управление выдачей бетонной смеси с использованием бетонораздатчика:

*a* — технологическая схема, *б* — принципиальная электрическая схема автоматического управления бетонораздатчиком; 1 — бетоносмеситель, 2 — бетонораздатчик, 3 — монорельс, 4 — приемный бункер



1	Автоматический выключатель	
2	Аварийная кнопка	
3	Движение на разгрузку	Управление электроприводом бетоно-раздатчика
	Движение под бетоно-смесителем	
4	Электромагнитный тормоз	
6	Открытие	Управление затвором бункера бетоно-раздатчика
	Закрытие	
7	Реле контроля останова бетонораздатчика по запросу	
8	Реле контроля открытия бетоносмесителя	
9	То же, закрытия	
10	Реле предупредительной сигнализации	
11	Сирена	
12	Реле отправки бетонораздатчика к месту разгрузки	
13	Реле времени разгрузки бетонораздатчика	
14	Реле возврата бетонораздатчика к бетоносмесителю	
15		

Рис. 50. Продолжение

Управляющая вычислительная машина, приняв заказ, определяет очередь на его выполнение. По мере освобождения оборудования БСУ и агрегатов доставки ЭВМ выбирает заказы из очереди и приступает к их выполнению.

Первоначально дозируется каждый компонент в соответствии с рассмотренными ранее алгоритмами. Затем полученные дозы компонентов загружаются в смеситель и осуществляется процесс смешивания. Когда готовая смесь поступит в бункер выдачи, уп-

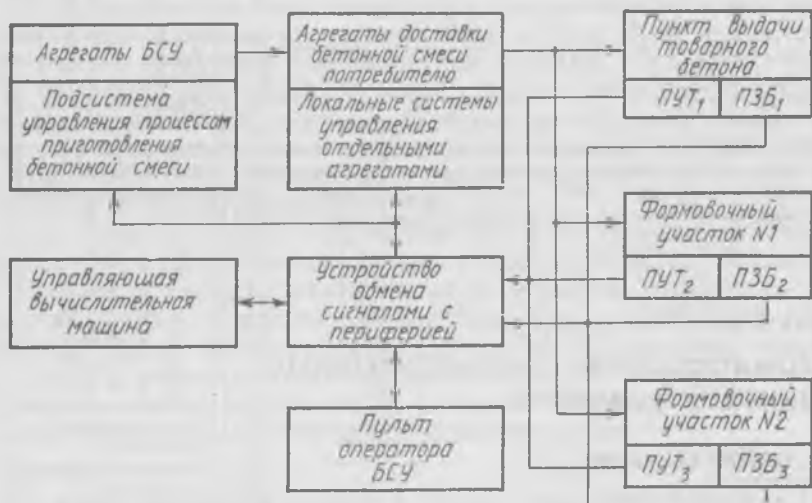


Рис. 51. Структурная схема АСУ ТП заказом и доставки бетонной смеси потребителю

равляющая вычислительная машина с помощью средств сигнализации и индикации, установленных на ПЗБ, сообщит об этом заказчику.

На пунктах потребления бетонной смеси предусмотрены пульта управления транспортом (ПУТ), с помощью которых осуществляется управление технологическими механизмами (конвейеры, сбрасывающие плужки, раздаточные тележки и др.), транспортирующими бетонную смесь.

Работа оборудования всей системы отображается на мнемосхеме пульта оператора бетоносмесительного отделения, что позволяет ему наблюдать за ходом технологического процесса для оперативного воздействия на него.

Рассмотренная АСУ ТП принадлежит к классу систем распределенного управления, так как она состоит из ряда подсистем, способных функционировать автономно. Каждая из подсистем построена на базе разных технических средств. Локальные

системы управления агрегатами доставки бетонной смеси построены, как правило, на базе элементов контактной автоматики, а в качестве управляющей вычислительной машины используются микроЭВМ.

### Контрольные вопросы

1. Каковы основные принципы автоматизации смесеприготовительного оборудования установок и заводов? 2. Назовите общие элементы автоматизации, которые содержит любая система управления технологическим процессом приготовления бетонных смесей. 3. За счет чего достигается точность дозирования в процессе автоматического управления дозатором дискретного действия? 4. Как влияет автоматическое дозирование компонентов бетонной смеси на водоцементное (В/Ц) отношение? 5. Назовите основные элементы задатчиков масс компонентов бетонной смеси, объясните их принцип действия, в чем их преимущества и недостатки. 6. Объясните работу схемы управления процессом смешивания компонентов бетонной смеси (см. рис. 45). 7. Объясните принцип действия электронного влагомера ВПС-205 и влагомера «Нейтрон-3М». 8. Как осуществляется автоматизация технологических процессов выдачи бетонной смеси (см. рис. 50)?

## ГЛАВА VI

### АВТОМАТИЗАЦИЯ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ЗАВОДОВ

#### § 22. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Качество бетонных смесей и экономия расхода цемента в большинстве случаев зависят от точности дозирования компонентов, которую обеспечивает в основном автоматизация технологического смесеприготовительного оборудования.

Системы управления дозаторами циклического действия должны работать с автоматическими приборами, которые непрерывно регистрируют взвешиваемый материал, учитывают влажность песка и щебня, а также имеют возможность дистанционной передачи показаний циферблатного указателя задатчиков масс.

Смесеприготовительное оборудование и средства автоматизации бетоносмесительных установок и цехов (заводов) работают в условиях запыленности и повышенной влажности, поэтому основными требованиями к автоматизированным системам являются надежность в работе, простота в обслуживании, гибкость в управлении из-за частой смены рецептов смеси (многомарочность).

На бетоносмесительных установках и заводах железобетонных изделий эксплуатируют различные системы автоматизации циклического дозирования и приготовления бетонных смесей.

Системы автоматического управления классифицируют по виду используемой энергии (электрические и пневматические), спо-

собу задачи масс (с путевыми бесконтактными выключателями и с сельсинами) и по элементной базе (релейно-контактные и бесконтактные).

Любая система управления состоит из двух основных частей: электрической (релейной или логической полупроводниковой), которая управляет механизмами загрузки (выгрузки) дозатора, и устройства для задания дозы, снабженного датчиками.

Задатчики массы предназначены для оперативного задания дозы компонента. Время перестройки с одной дозы на другую не превышает 3—5 с и число рецептов (доз) при многомарочной технологии составляет 10—20.

Электрические системы управления, серийно выпускаемые по типовым проектам, работают с путевыми выключателями типа БК (БК-А), которые устанавливаются на циферблатном указателе. Основным достоинством таких систем управления является простота устройства, фиксирующих достижение заданной массы. Информация, получаемая от датчиков массы, используется для обеспечения автоматического управления процессом дозирования по заданной рецептуре.

Однако при неравномерном истечении материала скорость движения пластинки, установленной на стрелке циферблатного указателя, увеличивается, длительность выходного сигнала датчика резко уменьшается и реле не успевает срабатывать: возникают «проскоки» стрелки весового указателя относительно отметки заданной массы, поэтому точность дозирования резко снижается. Кроме того, датчики отмечают только заданную массу на циферблате указателя и не учитывают массу падающего «столба», что также приводит к дополнительным погрешностям дозирования компонентов бетонной смеси.

Этих недостатков не имеют потенциметрические датчики массы, являющиеся источником аналогового сигнала. Точность дозирования систем с потенциметрическими датчиками достаточно высокая. Однако потенциметрические датчики обладают существенным недостатком ввиду наличия скользящего контакта (реостата), что вызывает электрическую дугу при движении контакта вдоль элемента. Долговечность прецизионных (особо точных) потенциметрических датчиков составляет 500 000 циклов, а в пересчете на длительность работы при дозировании 0,5—1 год. Кроме того, при прохождении тока потенциометр нагревается, что приводит к изменению сопротивления и нарушению его линейности.

В наиболее распространенных системах для дистанционного задания дозы компонента используется сельсинная пара. Сельсин-датчик на пульте устанавливает нужную дозу, сельсин-приемник обрабатывает задание. Такая индикаторная синхронная передача с сельсином-датчиком БД-404А и сельсином-приемником БС-404А имеет угловую ошибку передачи 1—1,5°.

Исполнительные механизмы оказывают большое влияние на качество и надежность работы системы дозирования, так как они управляют затворами накопительных бункеров сыпучих материалов. Приводятся исполнительные механизмы дозаторов силовыми пневмоцилиндрами. Динамика силовых пневматических цилиндров существенно влияет на точность дозирования, так как затворы имеют переменные механические параметры (нагрузки и силы трения).

На базе контроллера «Ломиконт» разработана пневматическая система точного дозирования, которая определяет скорость поступления материала в весовой бункер и выполняет соответствующую коррекцию учета падающего «столба» дозируемого материала.

В настоящее время серийно выпускают мобильные (передвижные) и секционные (сборно-разборные) бетоносмесительные установки СБ-134, СБ-140, СБ-145, СБ-171, СБ-164, которые оснащены весодозировочным оборудованием ВДБ-250, ВДБ-500/750, ВДБ-1500 с системами автоматического управления процессом приготовления бетонной смеси на базе блока БАУ-9. Эти системы построены на релейно-контактных элементах с применением микроэлектроники и обеспечивают автоматический режим работы при одномарочном приготовлении бетонной смеси.

Для централизованного контроля и управления технологическими процессами приготовления бетонных смесей на стационарных бетоносмесительных заводах периодического действия предназначена система «Цикл-БС», выполненная на элементах промышленной пневматизации УСЭППА. Один комплект системы обеспечивает автоматизацию одной дозирочно-смесительной секции (оборудованной одним дозатором цемента, двумя дозаторами жидкости, тремя двухкомпонентными дозаторами заполнителей и двумя смесителями) и выполняет следующие функции:

автоматическое и дистанционное управление дозированием массы девяти компонентов для десяти приготовляемых рецептов (марок) бетонной смеси и централизованный контроль заданных и фактических значений доз;

автоматическое вычисление и сигнализацию перегрузки дозаторов, сигнализацию состояния дозаторов и исполнительных механизмов;

автоматическое суммирование расхода цемента;  
автоматический отсчет времени перемешивания смеси в каждом из бетоносмесителей и числа замесов по каждой марке;  
выдает сигналы в систему управления надбункерным отделением для подачи заполнителей и цемента.

Эта система автоматизации не обеспечивает коррекции состава бетона в зависимости от влажности заполнителей и не позволяет приготавливать дробные замесы.



В последние годы широкое применение получили системы на базе микропроцессоров. Входящая в комплексы управляющая цифровая электронно-вычислительная машина реализует алгоритм оптимизации состава бетона, осуществляет обработку результатов оценки свойств исходных материалов и на основе этой информации определяет дозы материалов. В цифровую ЭВМ вводятся результаты измерения зернового состава заполнителей и их влажности, удельной поверхности песка и тонкости помола цемента. Система обеспечивает автоматизированный контроль подвижности свежеприготовленной бетонной смеси, что имеет существенное значение для обеспечения заданных свойств изделий из бетона. Алгоритм оптимизации, реализуемый цифровой ЭВМ, представляет собой группу зависимостей, по которым на основе измеряемых параметров компонентов и заданных свойств бетона определяют подлежащие отweighиванию дозы компонентов.

Результаты расчета выдаются из ЭВМ в аналоговое управляющее устройство, которое обеспечивает прием информации о взвешиваемых дозах компонентов, хранение полученной информации, а также управление процессом дозирования компонентов и приготовления бетонных смесей. К достоинствам такой комплексной системы следует отнести возможность автономного функционирования аналоговых управляющих устройств при отказе цифровой ЭВМ, а также оперативного вмешательства обслуживающего персонала в ход процесса при сохранении автоматического режима работы оборудования.

Микропроцессорная система обеспечивает приготовление до тридцати рецептов (марок) бетона, в состав каждого из которых может входить до десяти различных компонентов, в том числе жидкие химические добавки.

Система управления любого уровня автоматизации должна удовлетворять следующим требованиям:

- точность взвешивания  $\pm 2\%$  для цемента и жидкостей,  $\pm 2,5\%$  для заполнителей (ГОСТ 7473—85);
- возможность задания двадцати марок бетонной смеси и более;
- время цикла дозирования не более 30 с;
- время перестройки заданной дозы 2—5 с;
- коррекция дозы воды в зависимости от влажности заполнителей;

достаточная надежность блоков и узлов управления и технологического оборудования.

Рассмотрим структурную схему системы автоматического управления процессом дозирования компонентов бетонной смеси с применением сельсина в качестве датчика массы (рис. 52).

При взвешивании дозы изменение углового положения стрелки циферблатного указателя *1* преобразуется сельсином-датчиком *2* в напряжение, фаза которого пропорциональна углу поворота стрелки. Скорректированное сигналом датчика скорости

дозирования 3 напряжение сельсина подается в блок 4 динамической коррекции, где формируются импульсы опорного напряжения, возбуждаемого источником питания 12 (входы *e* и *ж* триггера 10). Заданное значение дозы устанавливает оператор по индикатору задания 7 резисторно-емкостным задатчиком 9. Напряжение задатчика формирователем 8 преобразуется в прямоугольные импульсы задания, длительность которых определяется напряжением задатчика.

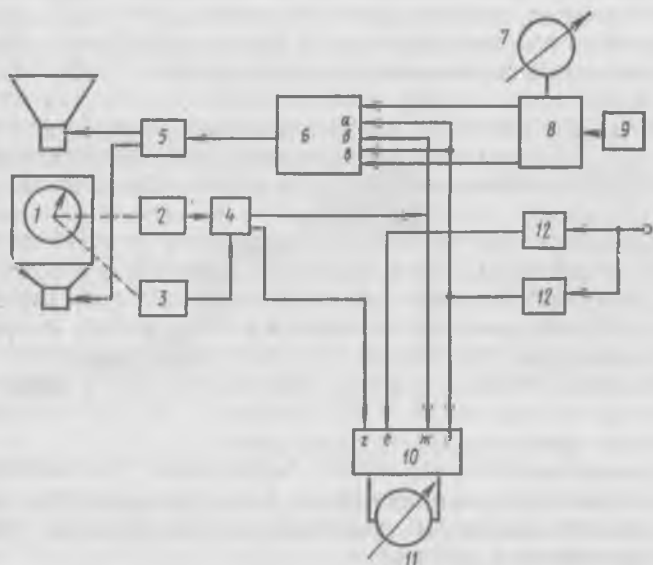


Рис. 52. Структурная схема дискретной системы управления циклическим дозированием:

1 — циферблатный указатель, 2 — сельсин-датчик, 3 — датчик скорости дозирования, 4 — блок динамической коррекции, 5 — блок управления, 6, 10 — триггеры, 7 — индикатор задания, 8 — формирователь импульсов обработки задания, 9 — задатчик, 11 — индикатор оперативного контроля, 12 — источник питания

Импульсы с блока 4 коррекции поступают на вход триггера 6, прямоугольные импульсы задания — на его входы *a* и *в*. При наборе дозы текущей массы, равной заданной, триггер 6 через блок 5 управления подает команду на прекращение дозирования.

Оперативный контроль текущего значения взвешенной массы осуществляет оператор по индикатору 11, подключенному к выходам *г*, *д* триггера 10. Надежное открытие затвора в режиме дозирования обеспечивается блоком 5 с использованием бесконтактных путевых выключателей КВП-16, смонтированных на секторных затворах расходных бункеров и выпускных затворах бетоносмесителей.

Система управления предусматривает возможность автомати-

ческого взвешивания двух различных компонентов в одно грузоприемное устройство. Контролируют задание и текущий отвес компонента по индикаторам 7 и 11, шкалы которых отградуированы в единицах шкалы указателя массы компонентов дозатора.

### § 23. БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Системы автоматического управления бетоносмесительными установками *циклического действия* построены на базе блока БАУ-9. Для передачи дистанционных показаний задатчиков массы компонентов использован дублирующий указатель типа УЦД-250-ЗВП с сельсинной парой. Блоки управления реализуют циклограмму работы этих установок (рис. 53).

Операции	Продолжительность операции, с														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Дозирование: воды	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
цемента	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
заполнителей	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Подъем ковш					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Выгрузка ковш									■	■	■	■	■	■	■
Выгрузка цемента										■	■	■	■	■	■
Выгрузка воды											■	■	■	■	■
Опускание ковш												■	■	■	■
Перемешивание													■	■	■
Выгрузка бетона														■	■

Рис. 53. Циклограмма работы бетоносмесительной установки

Принципиальная электрическая схема выполнена на релейно-контактных элементах. В качестве преобразователей массы использованы датчики БК-А.

Схема автоматического управления позволяет готовить от одного до пятнадцати замесов бетонной или растворной смеси. Задатчики доз на циферблатных указателях дозаторов для цемента и жидкости заранее устанавливаются в положение, соответствующее семи различным маркам (рецептам) смеси. Выбор марки производят соответствующими переключателями на пульте управления. С помощью этих же переключателей можно исключить из рецептуры любую фракцию заполнителей. При изготовлении известных растворов цемент исключают из рецептуры с помощью переключателя на пульте управления. Другими переключателями в схему включают датчики, установленные на дублирующем (дистанционном) или основном указателях.

Цикл автоматического управления начинается только при соблюдении следующих условий: ковш скипового подъемника находится на грузоприемном устройстве дозатора и стрелки циферблатных указателей установлены в положение «0».

В дистанционном режиме управляют всеми механизмами соответствующими кнопками и переключателями. При этом в

электрической схеме сохраняются все блокировки между технологическими механизмами. Массу компонентов оператор контролирует по стрелкам дистанционных циферблатных указателей.

Электрическая схема блока БАУ-9 (рис. 54) предусматривает два режима управления дозаторами — дистанционное и автоматическое. Выбор режима осуществляют переключателем *SA3* (9).

Для контроля за процессом дозирования предусмотрены показывающие указатели, оснащенные четырьмя подвижными дискретными датчиками и сельсинной парой «датчик — приемник».

Марку бетонной смеси оператор задает переключателями *SA14* (30), *SA19* (41), *SA20* (43). Отключение исполнительного механизма через соответствующее реле при наборе заданной дозы материала как в автоматическом, так и в дистанционном режиме происходит по сигналу соответствующего датчика дозы. Схемой предусмотрена предупредительная звуковая сигнализация, которая включается при запуске компрессора и смесителя.

Оператор при необходимости исключает из рецептуры любую фракцию заполнителей тумблерами *SA15* (32) — *SA18* (35).

Для работы в автоматическом режиме переключатель *SA3* (9) переводят в положение «Автоматический режим». Включением кнопок *SB3* (2), *SB5* (4), *SB7* (6) подают напряжение на магнитные пускатели электроприводов компрессоров *KM1* (3), *KM3* (6) и смесителя *KM2* (4). Кнопкой *SB10* (7) включают автоматический цикл, при этом работает реле автоматического цикла *K2* (7) и высвечивается сигнальная лампа *HL2*. Через замкнутые контакты реле *K2*, реле *K36* (скип снизу), реле *K21* включается электромагнит *Y1* (10) воздухораспределителя затвора первой фракции заполнителя. Затвор открывается, и в ковш скипового подъемника загружается первая фракция. Через контакт *K2* включается катушка пускателя *KM6* (16) привода шнека цемента. Тумблерами *SA8* (16) включают электромагнитный затвор силоса цемента *Y5* (17), и материал начинает поступать в дозатор. При достижении заданной массы флажок стрелки циферблатного указателя входит в паз соответствующего датчика *БК-А*, включается реле дозы *K30* (50) и отключает пускатель шнека *KM6*. Высвечивается сигнальная лампа *HL15* (71) о наборе дозы цемента. Затем через контакт *K2* включается электромагнит *Y6* (21) воздухораспределителя впускного затвора дозатора жидкости. При наборе заданной дозы жидкости датчик на циферблатном указателе воды дает команду на включение реле *K26* (42), которое встает на самоблокировку и своим контактом разрывает цепь питания электромагнитов *Y6* и при наборе заданной дозы воды светится сигнальная лампа *HL16* (72).

Набор массы первой фракции заполнителей фиксирует реле *K21* (32), которое своим контактом отключает питание электромагнита *Y1* (10) и при закрытии затвора своим контактом подает

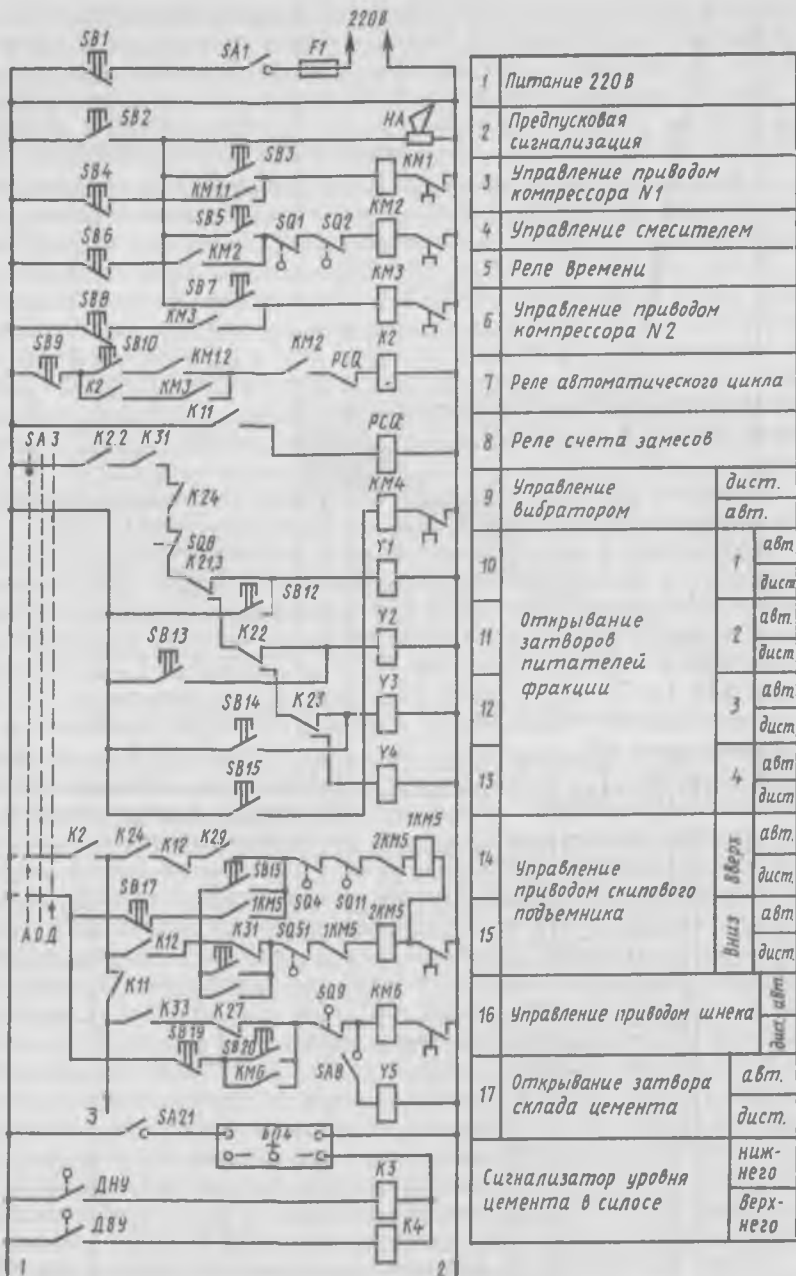
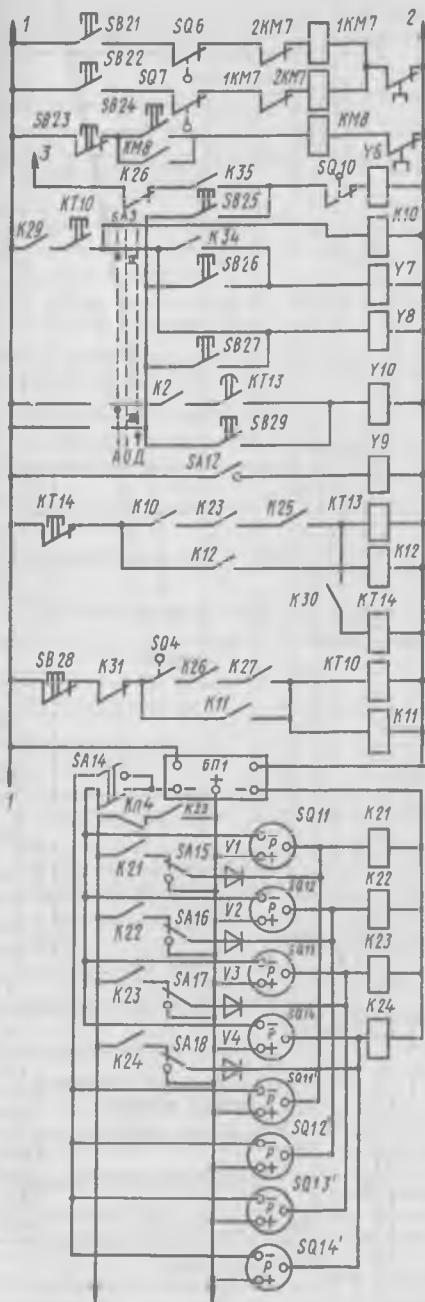


Рис. 54. Принципиальная электрическая схема управления бетоносмесительными установками на базе блока БАУ-9



18	Управление скрепером	Привод поворота стрелы	Левая
19		Лебедка скрепера	Правая
20			
21	Управление выпускным клапаном дозатора	Управление выпускным клапаном дозатора	цемент
22			вода
23			абт
24	Затвор смесителя открыт		
25	Поворотная воронка		
26	Отсчет времени перемешивания		
27	То же, выгрузки смесителя		
28	Разрешение на открытие затворов дозаторов воды и цемента		
29	Реле снятия блокировки отсечки дозаторов		
30	Блок питания заполнителей		
31	Тумблер включения указателей ДМ		
32	Датчики и реле набора массы заполнителей, франции		1
33			2
34			3
35			4
36			5
37			6
38			7
39			8

Рис. 54, Продолжение

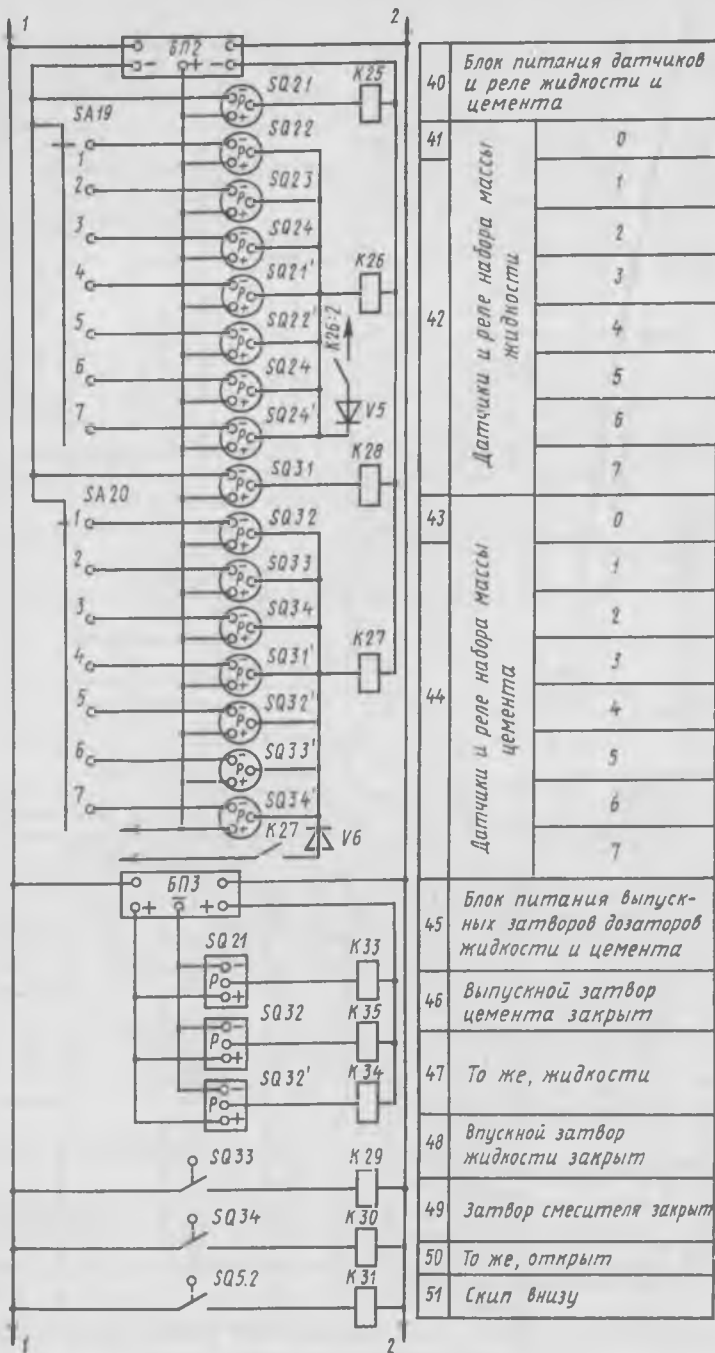
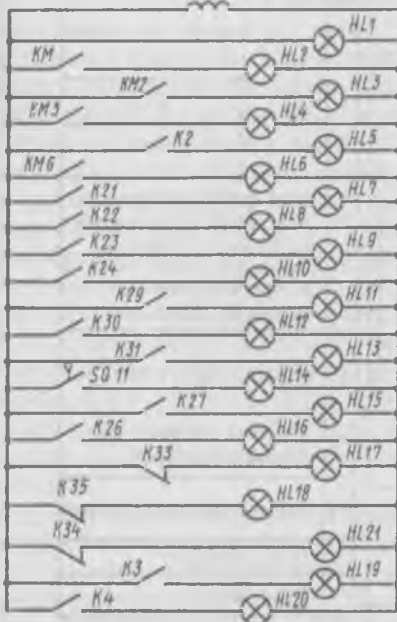
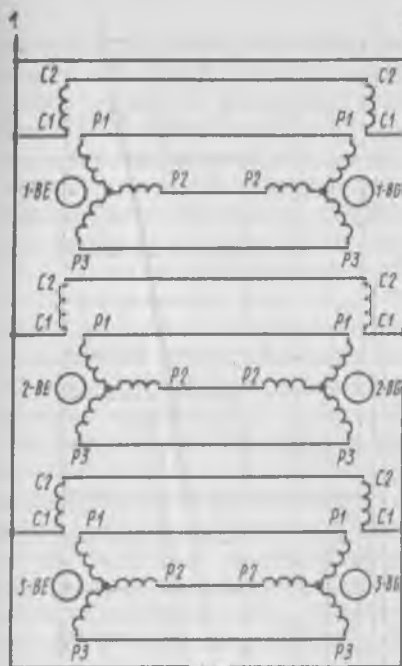


Рис. 54. Продолжение



53	Сельские дистанционной передачи показаний цифровых указателей дозаторов	заполнителей
54		цемента
55		жидкости
56	Трансформатор питания цепей сигнализации	
57	Контроль напряжения	
58	Работает компрессор N 1	
59	Работает смеситель	
60	Работает компрессор N 2	
61	Реле автоматического цикла	
62	Работает винтовой питатель	
63	Набор фракции : N1	
64	N 2	
65	N 3	
66	N 4	
67	Затвор смесителя закрыт	
68	То же, открыт	
69	Скип вниз	
70	Скип вверх	
71	Набор массы цемента	
72	То же, воды	
73	Выпускной затвор цемента открыт	
74	Выпускной клапан жидкости открыт	
75	То же, закрыт	
76	Нижний уровень цемента	
77	То же, верхний	

Рис. 54. Продолжение



питание на электромагнит  $Y2$  (11) с одновременным зажиганием сигнальной лампы  $HL7$  (62). Электромагнит  $Y2$ , включившись, открывает затвор второй фракции, и материал начинает поступать в ковш скипового подъемника. При достижении заданной массы срабатывает реле  $K22$  (33) дозы второй фракции и своими контактами отключает питание электромагнита  $Y2$ , затвор закрывается, прекращая дозирование второй фракции, срабатывает сигнализация  $HL8$  (63) о наборе второй фракции и подается питание на электромагнит  $Y3$  (12) набора третьей фракции.

Электромагнит  $Y3$ , включившись, открывает затвор третьей фракции заполнителя и при наборе заданной дозы включается реле  $K23$  (34), которое своими контактами отключает питание электромагнита  $Y3$ , затвор закрывается и при наборе третьей фракции подается питание на электромагнит  $Y4$  (13) набора четвертой фракции.

Одновременно с включением электромагнита  $Y4$  получает питание пускатель вибратора  $KM4$  (9) и открывается затвор четвертой фракции заполнителя. При достижении заданной массы четвертой фракции заполнителя в ковше скипового подъемника включается реле задания дозы  $K24$  (35), отключается электромагнит  $Y4$  и пускатель вибратора  $KM6$  (16), затвор четвертой фракции закрывается и при наборе заданной дозы четвертой фракции высвечивается сигнальная лампа  $HL10$  (65).

Замкнувшийся контакт  $K24$  подает питание на пускатель  $1KM5$  (14) привода скипового подъемника, который начинает движение вверх. Дойдя до крайнего верхнего положения, скип опрокидывается, выгружая заполнители в смеситель. Затем через замкнутые контакты реле  $K31$  (51) (скип не в нижнем положении),  $K27$  (44) (набрана доза цемента),  $K26$  (42) (набрана доза воды) и конечный выключатель  $SQ4$  (скип в верхнем положении) включается реле времени  $KT10$  (28), которое с выдержкой времени дает команду на открытие выпускных затворов дозаторов воды и цемента. Одновременно с реле  $KT10$  срабатывает его реле-повторитель  $K11$  (29) и размыкает цепи питания пускателя  $KM6$  (16) механизма дозирования цемента, электромагнитов выпускных затворов жидкости  $Y6$  (21), разрывает цепи питания реле набора доз заполнителей  $K21$  (32)— $K24$  (35), жидкости  $K25$  (40), цемента  $K28$  (43) и подает питание на обмотку переключателя  $PGQ$  (8) числа замесов, который отсчитывает один замес.

Через замкнувшийся с выдержкой времени контакт реле времени  $KT10$  включаются реле  $K10$  (22) и электромагниты выпускных затворов жидкости  $Y7$  (22) и цемента  $Y8$  (23).

После разгрузки дозаторов воды и цемента стрелки циферблатных указателей займут нулевое положение, реле  $K25$  (40) и  $K28$  (43) включатся, замкнутся их контакты в цепи питания

реле времени *KT13* (26), которое сработает и начнет отсчет времени перемешивания смеси в смесителе. Одновременно с реле *KT13* включается его повторитель *K12* (26). Своими контактами реле *K12* разрывает цепь питания пускателя скипового подъемника вверх и подает питание на магнитный пускатель *2KM5* (15) движения скипового подъемника вниз. Ковш скипового подъемника устанавливается в нижнем положении. После отсчета выдержки времени реле *KT13* подается питание на электромагнит *Y10* (24) и открывается выпускной затвор смесителя. Одновременно включается реле открытого положения затвора *K30* (50) и срабатывает реле времени *KT14* (27). По истечении времени контакт реле *K14* размыкается, отключаются реле *KT13*, *KT14*, *K12*, снимается питание с электромагнита *Y10* (24) и затвор смесителя закрывается.

После полной разгрузки дозаторов жидкости и цемента по истечении выдержки времени реле *KT10* выпускные затворы закрываются и скиповый подъемник устанавливается в нижнее положение. Дозаторы начинают загрузку второго цикла.

После набора заданной дозы всех компонентов смеси при закрытом затворе смесителя и свободном смесителе происходит (сигнал от лампы *HL11* (66)) разгрузка компонентов в смеситель. Если смеситель занят (высвечивается сигнальная лампа *HL12* (67)) и затвор смесителя открыт, скиповый подъемник останется внизу до полного освобождения смесителя от бетонной смеси.

Циклы дозирования, перемешивания и выгрузки повторяются до тех пор, пока не будет выполнено заданное число замесов (размыкается контакт *PGQ*). Тогда реле автоматического цикла *K2* (7) обесточивается. Для нового цикла автоматического дозирования вновь устанавливают задатчик на необходимое число замесов и включают реле автоматического цикла *K2* с помощью кнопки *SB10* (7).

Обслуживает систему управления один оператор. Электрической схемой предусмотрено два режима управления: дистанционный и автоматический. Выбирают режим переключателем *SA3* (8), который расположен на пульте оператора (рис. 55). Питание цепей управления включают тумблером *SA1* и при этом высвечиваются лампочки *HL1*, *HL17*, *HL11*, *HL18*, *HL21* — *HL23*, контролирующие закрытое положение затворов, и сигнальная лампа *HL13* (скиповый подъемник находится в нижнем положении).

Перед началом работы необходимо убедиться в том, что указательные стрелки задатчиков масс находятся на нулевых отметках, давление жидкости и воздуха в заданных пределах, все механизмы занимают исходное положение и стрелки задатчиков доз установлены на заданные по рецепту значения масс компонентов бетонной смеси.

Затем устанавливают переключатель *PGQ* в положение, соответствующее требуемому числу замесов, и выбирают марку бетонной смеси переключателями *SA14*, *SA19*, *SA20*.

При необходимости тумблерами *SA15—SA18* исключают из рецептуры любую фракцию заполнителей. Кнопкой *SB2* включают предупредительную сигнализацию, кнопками *SB3*, *SB5*, *SB7* — пускатели компрессоров и смесителя. Контролируют включения этих механизмов по сигнальным лампам *HL2—HL4*. При работе шнека высвечивается сигнальная лампа *HL6*.

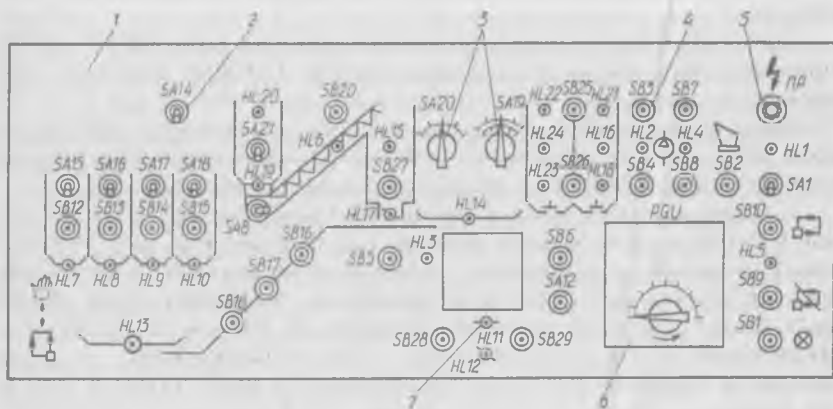


Рис. 55. Пульт управления бетоносмесительной установкой на базе блока БАУ-9:

1 — панель пульта управления, 2 — тумблер, 3 — переключатель числа замесов, 4 — кнопка, 5 — предохранитель, 6 — счетчик числа замесов, 7 — сигнальная лампа

Набор доз по заданному рецепту контролируют по сигнальным лампам: *HL7—HL10* (для инертных), *HL15* (для цемента), *HL16* (для жидкости); открытое положение затворов дозаторов контролируют по сигнальным лампам *HL17*, *HL23*, *HL18*, открытое положение затвора смесителя — по лампе *HL12*.

При несрабатывании одного из элементов электрической схемы цикл работы установки автоматически прекращается. При этом кнопкой *SB9* отключают автоматический режим и после устранения неисправности кнопкой *SB10* снова включают автоматический режим управления.

В процессе работы система управления обеспечивает дозирование цемента и воды в дозаторах *ДЦ* и *ДЖ*, последовательное дозирование до четырех различных фракций заполнителей в дозаторе *ДИ*, открывание и закрывание впускных и выпускных затворов и дозаторов жидкости и цемента, загрузку и разгрузку смесителя.

Автоматизация технологических процессов позволяет значительно повысить производительность на бетоносмесительных ус-

тановках *непрерывного действия*, сократить расход цемента и улучшить условия труда обслуживающего персонала.

Непрерывное приготовление бетонных смесей обеспечивают автоматические дозаторы заполнителей, цемента и смесители.

Управляют установками с диспетчерского пульта. Система автоматизации обеспечивает автоматический пуск и остановку агрегатов (дозаторов, конвейеров, смесителей). Цепи блокировок при нарушении процесса (произвольной остановке или повреждении одной из машин) осуществляют аварийную остановку всей технологической линии и подачу светового сигнала на пульт оператора.

При поступлении отдозированных сыпучих компонентов в бетоносмеситель включается дозатор воды. Готовая смесь из бункера-копильника выгружается автоматически только при наличии транспортных средств. Дозаторы сыпучих материалов непрерывного действия автоматически регулируют производительность за счет изменения скорости движения их ленты (см. рис. 49).

На примере системы управления бетоносмесительной установкой СБ-109А производительностью 120 м<sup>3</sup> в час (см. рис. 34) рассмотрим основные принципы автоматизации установок непрерывного действия. Для подачи напряжения на схему управления включают автоматический выключатель на пульте управления — высвечивается сигнальная лампа. Специальный ключ устанавливают в положение А — автоматический режим, затем нажимают кнопку запуска технологических механизмов — автоматически подается предпусковая звуковая сигнализация, по истечении заданной выдержки времени включается магнитный пускатель первого механизма (сборный наклонный конвейер) и его реле-повторитель отключает звуковую сигнализацию. О включении любого пускателя сигнализирует соответствующая сигнальная лампа.

Схема предусматривает аварийную световую сигнализацию при отсутствии материала на лентах дозаторов, а также при их неправильном натяжении и перекосе. При перекосе ленты любого дозатора отключается с выдержкой времени питание дозаторов, а схема управления компрессором смесительного отделения, насосом закачки жидкости в расходный бак, бетоносмесителем продолжает работать.

При аварии отключают установку кнопками «Стоп» с главного пульта управления или с местных пультов дозировочного и смесительного отделений.

При наладке и ремонтных работах для безопасности обслуживающего персонала двигатели всех механизмов установки отключают выключателями безопасности, которые установлены на пультах управления дозировочного и смесительного отделений.

Система управления в штатном режиме работает следующим

образом. После отключения звуковой сигнализации оператор включает магнитные пускатели электродвигателей загрузочных конвейеров, компрессоров дозирочного и смесительного отделений и насоса закачки жидкости в расходный бак. О включенном положении механизмов сигнализируют на мнемосхеме сигнальные лампы.

Управление электромагнитами воздухораспределителей затворов может осуществляться в автоматическом (от указателя верхнего уровня материала) и дистанционном режимах.

Электромагниты воздухораспределителей аэрации, трехходовой кран системы водопитания, двухрукавный шибер, выпускной затвор тарировочного дозатора и раздаточного конвейера включают тумблерами и кнопками с главного и местного пультов управления.

Электромагнит встряхивателя фильтра расходной банки цемента включается через определенные промежутки времени с помощью двух реле, работающих в режиме пульс-пары. Включают и отключают пульс-пару тумблером с главного пульта управления.

В силовую схему электродвигателя бетоносмесителя через трансформаторы тока включен ваттметр, который измеряет переменную мощность электродвигателя в зависимости от подвижности бетонной смеси.

Вода в бетоносмеситель в процессе смешивания компонентов бетонной смеси подается с помощью исполнительного механизма вариатора насоса-дозатора в зависимости от измеряемой мощности электродвигателя, характеризующей подвижность смеси. При изменении скорости вращения вариатора уменьшается или увеличивается количество подаваемой воды, а следовательно, изменяется подвижность бетонной смеси. Показания ваттметра пропорциональны скорости вариатора насоса-дозатора, измеряемой тахогенератором, установленным на выходном валу двигателя насоса.

Сигнализация наполнения расходных бункеров заполнителей и жидкости в цистерне от датчиков уровней производится сигнальными лампами на мнемосхеме главного пульта управления. При этом расходный бункер цемента оснащен световой сигнализацией трех уровней: верхней, средней и нижней. Кроме того, верхний и средний уровни имеют светофоры, которые обеспечивают сигнализацию водителю цементовоза при загрузке цементного силоса.

Расход жидкости из расходного бака устанавливает оператор включением исполнительного механизма регулировочного крана МЭО по показаниям самопишущего прибора, размещенного на щите в кабине оператора.

Виброэлектродвигатель на загрузочном бункере песка включается в автоматическом режиме по сигналам датчикам наличия

материала, контролирующего истечение песка из приемного бункера на ленту загрузочного конвейера.

Схемой предусмотрены блокировки включения электродвигателя бетоносмесителя при открытых смотровых крышках: конечные выключатели разрывают цепь питания катушки магнитного пускателя электродвигателя.

## **§ 24. УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СМЕСЕЙ**

Система обеспечивает автоматизацию управления технологическими процессами установки СБ-168 (см. рис. 35) по приготовлению сухих бетонных смесей на основе цементных и гипсовых вяжущих.

Автоматизации подлежат следующие технологические линии по производству сухих смесей: тракт подачи заполнителя, процесс сушки заполнителя, дозирование компонентов смеси, разгрузка отдозированных составляющих и выгрузка готовой смеси в транспортные средства, транспортирование готовой продукции, программно-логическое управление механизмами установки в автоматическом цикле. Вследствие сложности электрической схемы управления установкой рассмотрим только основные принципы автоматизации.

В комплект технических средств входят: устройства локальной автоматики, микропроцессорный комплекс для управления весодозирующими устройствами, средства оперативного отображения информации о технологических процессах, средства управления объектом.

В качестве микропроцессорного комплекса применена обладающая повышенной надежностью микроЭВМ СМ1810, имеющая развитую систему устройств связи с объектом. Она обеспечивает ввод дискретных, частотных, аналоговых сигналов от первичных преобразователей и преобразование их в цифровую форму для дальнейшей обработки и формирования управляющих воздействий. Конструктивно комплекс выполнен по блочно-модульному принципу с применением унифицированных блоков на базе интегральных микросхем. Это обеспечивает раздельную проверку блоков, их взаимозаменяемость и оперативную замену при ремонте.

Микросхемы обрабатывают информацию в аналоговой форме и хранят ее. При применении интегральных микросхем уменьшаются габариты отдельных модулей и блоков и повышается надежность работы системы в целом с вероятностью безотказной работы в течение 2000 ч.

Комплекс оснащен внешними устройствами связи периферийных объектов с оператором (видеотерминалом и печатью). Конструктивной его основой являются приборный блок и пульт управления. Комплект поставляют с комплектами программного и

образом. После отключения звуковой сигнализации оператор включает магнитные пускатели электродвигателей загрузочных конвейеров, компрессоров дозирочного и смесительного отделений и насоса закачки жидкости в расходный бак. О включенном положении механизмов сигнализируют на мнемосхеме сигнальные лампы.

Управление электромагнитами воздухораспределителей затворов может осуществляться в автоматическом (от указателей верхнего уровня материала) и дистанционном режимах.

Электромагниты воздухораспределителей азрации, трехходовой кран системы водопитания, двухрукавный шибер, выпускной затвор тарировочного дозатора и раздаточного конвейера включают тумблерами и кнопками с главного и местного пультов управления.

Электромагнит встряхивателя фильтра расходной банки цемента включается через определенные промежутки времени с помощью двух реле, работающих в режиме пульс-пары. Включают и отключают пульс-пару тумблером с главного пульта управления.

В силовую схему электродвигателя бетоносмесителя через трансформаторы тока включен ваттметр, который измеряет переменную мощность электродвигателя в зависимости от подвижности бетонной смеси.

Вода в бетоносмеситель в процессе смешивания компонентов бетонной смеси подается с помощью исполнительного механизма вариатора насоса-дозатора в зависимости от измеряемой мощности электродвигателя, характеризующей подвижность смеси. При изменении скорости вращения вариатора уменьшается или увеличивается количество подаваемой воды, а следовательно, изменяется подвижность бетонной смеси. Показания ваттметра пропорциональны скорости вариатора насоса-дозатора, измеряемой тахогенератором, установленным на выходном валу двигателя насоса.

Сигнализация наполнения расходных бункеров заполнителей и жидкости в цистерне от датчиков уровней производится сигнальными лампами на мнемосхеме главного пульта управления. При этом расходный бункер цемента оснащен световой сигнализацией трех уровней: верхней, средней и нижней. Кроме того, верхний и средний уровни имеют светофоры, которые обеспечивают сигнализацию водителю цементовоза при загрузке цементного силоса.

Расход жидкости из расходного бака устанавливает оператор включением исполнительного механизма регулировочного крана МЭО по показаниям самопишущего прибора, размещенного на щите в кабине оператора.

Виброэлектродвигатель на загрузочном бункере песка включается в автоматическом режиме по сигналам датчикам наличия

материала, контролирующего истечение песка из приемного бункера на ленту загрузочного конвейера.

Схемой предусмотрены блокировки включения электродвигателя бетоносмесителя при открытых смотровых крышках: конечные выключатели разрывают цепь питания катушки магнитного пускателя электродвигателя.

## § 24. УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СМЕСЕЙ

Система обеспечивает автоматизацию управления технологическими процессами установки СБ-168 (см. рис. 35) по приготовлению сухих бетонных смесей на основе цементных и гипсовых вяжущих.

Автоматизации подлежат следующие технологические линии по производству сухих смесей: тракт подачи заполнителя, процесс сушки заполнителя, дозирование компонентов смеси, разгрузка отдозированных составляющих и выгрузка готовой смеси в транспортные средства, транспортирование готовой продукции, программно-логическое управление механизмами установки в автоматическом цикле. Вследствие сложности электрической схемы управления установкой рассмотрим только основные принципы автоматизации.

В комплект технических средств входят: устройства локальной автоматики, микропроцессорный комплекс для управления весодозирующими устройствами, средства оперативного отображения информации о технологических процессах, средства управления объектом.

В качестве микропроцессорного комплекса применена обладающая повышенной надежностью микроЭВМ СМ1810, имеющая развитую систему устройств связи с объектом. Она обеспечивает ввод дискретных, частотных, аналоговых сигналов от первичных преобразователей и преобразование их в цифровую форму для дальнейшей обработки и формирования управляющих воздействий. Конструктивно комплекс выполнен по блочно-модульному принципу с применением унифицированных блоков на базе интегральных микросхем. Это обеспечивает раздельную проверку блоков, их взаимозаменяемость и оперативную замену при ремонте.

Микросхемы обрабатывают информацию в аналоговой форме и хранят ее. При применении интегральных микросхем уменьшаются габариты отдельных модулей и блоков и повышается надежность работы системы в целом с вероятностью безотказной работы в течение 2000 ч.

Комплекс оснащен внешними устройствами связи периферийных объектов с оператором (видеотерминалом и печатью). Конструктивной его основой являются приборный блок и пульт управления. Комплекс поставляют с комплектами программного и



тестового обеспечения, эксплуатационной документацией, запасными и монтажными частями и инструментами. Комплекс подключают к сети переменного тока с напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

Средства локальной автоматики расположены в пульте управления и в силовых шкафах. В пульте управления размещены также линейные блоки для передачи дискретной информации от средств первичной информации в микроЭВМ, а на его панели — дистанционные задатчики систем регулирования, переключатели режимов управления, кнопки дистанционного управления технологическим оборудованием.

МикроЭВМ производит автоматический опрос датчиков первичной информации, проверяет состояние механизмов, т. е. определяет готовность установки к работе.

На мнемосхеме с помощью показывающих приборов и светодиодов оперативно отображается информация о технологическом процессе и состоянии механизмов и агрегатов.

Управление установкой по приготовлению сухих смесей включает в себя комплекс операций, необходимых для формирования соответствующих воздействий на управляемый объект, включая операции контроля (сбора информации) и исполнения (реализация) управляющих воздействий по предварительно выбранному оптимальному алгоритму. Поэтому каждая задача управления сформулирована с помощью алгоритмов.

*Алгоритм функционирования подсистемы управления трактом подачи заполнителя* предназначен для решения следующих задач: контроль исходного состояния технологических механизмов тракта; контроль функционирования средств сбора первичной информации; управление пуском механизмов тракта, транспортировкой по тракту заполнителя в заданном количестве, остановкой механизмов в аварийных ситуациях и программной технологической остановкой, сигнализация о наличии материала в бункерах.

Перед началом запуска первого механизма тракта (виброгрохота 7) выдается предупредительный звуковой сигнал, после которого начинается запуск механизмов тракта в заданной последовательности.

Между механизмами тракта существуют блокировки, которые обеспечивают запуск любого механизма только после начала работы предыдущего, т. е. последующий включается при наличии сигнала от датчика о включении предыдущего механизма тракта. Последним включается ленточный питатель 39.

Такие блокировки позволяют определить неисправность в системе при отсутствии сигнала от датчика механизма, на который выдано управляющее воздействие на запуск. Например, если при подаче сигнала на запуск вентилятора отсутствует сигнал от датчика потока воздуха, то последующий механизм не включа-

ется, о чем в микроЭВМ поступает информация, которая передается оператору.

Технологические механизмы тракта останавливает оператор нажатием кнопки «Стоп» на пульте управления.

Выбирают режим управления (дистанционный или автоматический) переключателем *SA* (рис. 56). В дистанционном режиме («Д») оператор включает механизм кнопкой *SB2*, а отключает кнопкой *SB1*.

Запуск и останов каждого механизма тракта производится с выдержкой времени 1—3 с, что достаточно для получения необходимой информации о запуске от соответствующих датчиков первичной информации (от датчика скорости и блок-контакта пускателя). Время останова последующего механизма (при условии полного освобождения его от транспортируемого материала)  $t = L/v$ , где  $L$  — длина конвейера,  $v$  — скорость конвейера.

При необходимости аварийного отключения ленточных конвейеров вручную натягивают трос, протянутый вдоль всей линии конвейера, который размыкает контакт аварийного выключателя *KA*. При отпуске троса контакт выключателя *KA* вновь замыкается.

Для нормального включения пуска установки СБ-168 микроЭВМ выдает в схему сигналы на включение двух реле *K1* и *K2*. Нормально разомкнутые контакты этих реле подают напряжение на соответствующий магнитный пускатель *KM*, который включает свой механизм и одновременно замыкает свой блок-контакт *KM2*. МикроЭВМ снимает управляющий сигнал на реле *K2*, которое, отключившись, размыкает свой контакт, и пускатель *KM* оказывается под напряжением через контакты *K1* и *KM2*.

Алгоритм управления процессом сушки заполнителя использует аналоговые сигналы от показаний датчиков температуры и давления, измерителя массы и расхода топлива (рис. 57). На основании этих сигналов вырабатываются управляющие сигналы (импульсы) на объект управления.

Поддерживается заданное давление путем автоматического управления воздушной заслонкой *I* дымососа: сравнивается текущее давление с заданным и при наличии рассогласования выдается управляющее воздействие (сигнал) на исполнительный механизм управления воздушной заслонкой. Длительность и частоту сигналов (импульсов) регулирования устанавливают экспериментально на объекте управления.

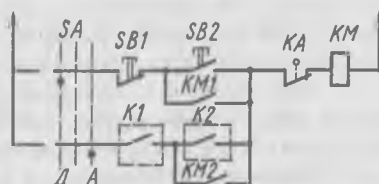


Рис. 56. Схема пуска механизмов технологического тракта

Контролируют температуру отходящих газов сушильного барабана в двух режимах работы: в летнем и зимнем. Летом заслонка должна быть закрыта. Система регулирования обеспечивает поддержание температуры в рабочем диапазоне (115—135°C) и определяет истинное состояние заслонок 5 и 4. Летом, если заслонка 4 открыта, она закрывается, а зимой остается открытой. Зимой заслонку 5 подачи холодного воздуха обязательно закрывает оператор с пульта.

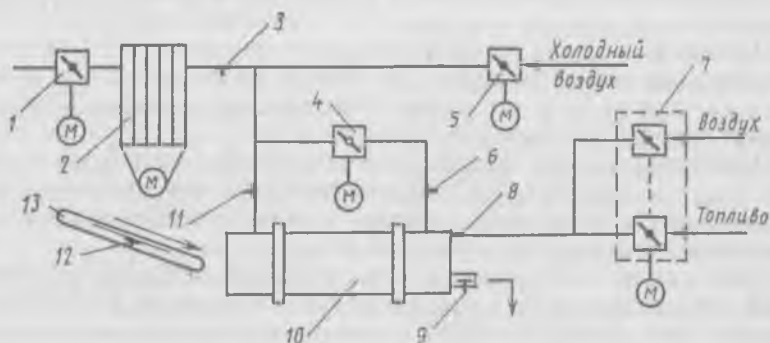


Рис. 57. Линия сушки заполнителя:

1, 4, 5, 7 — заслонки дымососа, байпаса, холодного воздуха, горелки, 2 — фильтр, 3, 6, 9, 11 — датчики контроля температуры воздуха в фильтре, на входе и выходе сушильного барабана и песка, 8 — датчик контроля расхода топлива, 10 — сушильный барабан, 12 — датчик давления (тензометрический), 13 — конвейер

Если температура равна нижнему пределу рабочего диапазона (меньше 115°C), заслонка 5 подачи холодного воздуха, если она была открыта, закрывается. Закрываются все заслонки путем подачи управляющих сигналов (импульсов) на их исполнительные механизмы. Если температура больше 145°C (при наличии управляющего воздействия), открывается заслонка 5 подачи холодного воздуха.

Алгоритм управления процессом сушки заполнителя используется также для расчета расхода топлива на процесс сушки песка в сушильном барабане. Система следит за действительной температурой газов в сушильном барабане по датчику 9 и проверяет условие допускаемого диапазона температур (110—140°C). Если такое условие не выполняется, то по определенному закону вырабатываются управляющие воздействия на исполнительные механизмы заслонки подачи топлива 7. При этом длительность импульсов пропорциональна скорости изменения температуры. Датчик 8 контролирует расход топлива.

Алгоритм управления технологическим процессом приготовления готовой сухой смеси предназначен для решения следующих задач:

контроль: исходного состояния и работы технологических механизмов, функционирования средств сбора первичной информации, дозы каждого компонента по массе; управление: механизмами тракта и дозированием компонентов, процессом смешивания компонентов и разгрузкой смесителя;

контроль погрешности дозирования;

расчет корректирующего воздействия для коррекции погрешности; хранение результатов по контролю и управлению процессом приготовления продукции.

По результатам контроля работы механизмов определяют длительность простоев механизмов и установки в целом.

Набор за данной дозой по каждому компоненту соответствует рецептуре смеси (машина рассчитана на выдачу 30 рецептов), но в памяти ее находится еще 170 рецептов, которые оператор может задавать с помощью дисплея.

При управлении технологическим процессом в дистанционном режиме необходимая информация о состоянии механизмов данного технологического участка и массе отдозированных компонентов поступает на мнемосхему пульта оператора.

Для работы установки в автоматическом режиме от микроЭВМ оператор подает сигнал о запуске механизмов кнопкой на пульте. Затем вводит в ЭВМ с помощью дисплея номер рецепта, общую массу смеси по данному рецепту, адрес подачи готовой смеси, наличие компонентов в бункерах и силосах, после чего с пульта дает команду на установку поворотной воронки в заданное положение — алгоритм начинает реализацию следующих задач: выбор рецепта, определение задания на дозу каждого компонента, включение винтовых и затворных питателей дозаторов, контроль дозирования, изменение частоты вращения винтовых питателей, отключение винтовых питателей после набора дозы, запуск смесителя, засыпка отдозированных компонентов в смеситель, разгрузка смесителя, определение погрешности дозирования, расчет корректирующего воздействия при коррекции погрешности дозирования, контроль опустошения бункерных дозаторов (контроль «0»), фиксация количества приготовленной смеси с выводом информации на печать.

Набор массы компонентов в дозатор производится в течение 2 мин; основная масса (до 90%) набирается винтовыми питателями на максимальной частоте вращения, после чего переключается частота вращения винтовых питателей на минимальную и производится «досыпка» компонента.

Затем включается смеситель от микроЭВМ и дается команда на разгрузку дозаторов. В случае неисправности дозатора выдается соответствующая информация оператору, он устраняет неисправность, о чем вносит соответствующую информацию в микроЭВМ.

После разгрузки дозаторов автоматически осуществляется

контроль «0», закрываются их выходные затворы, включаются питатели и начинается новый цикл дозирования. Информация о количестве массы приготовленной смеси печатается на ленте с нарастающим итогом. Об окончании приготовления заданной массы смеси по данному рецепту выдается на дисплее сообщение оператору, который вносит в программу новый рецепт.

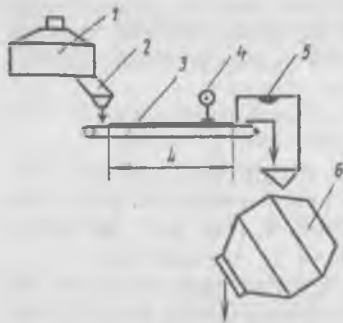


Рис. 58. Линия разгрузки готовой смеси в скиповый подъемник:

1 — смеситель, 2 — разгрузочный затвор, 3 — питатель-накопитель, 4 — датчик наличия материала, 5 — сборная воронка, 6 — скиповый подъемник

Смешивание материала в смесителе продолжается до 2 мин, после чего производится разгрузка смесителя в питатель-накопитель 3 (рис. 58), а затем в скиповый подъемник 6. К этому времени питатель-накопитель должен быть свободным от смеси, о чем свидетельствует информация, поступающая от датчика наличия материала (сигнал, соответствующий «0»).

*Алгоритм управления транспортировкой готовой продукции предназначен для решения следующих задач контроля и управления:*

контроль исходного состояния механизмов тракта транспортировки готовой продукции и средств сбора первичной информации, проверка работы механизмов тракта, управление (включение, отключение) механизмами тракта.

Система управления определяет местонахождение распределительного устройства 13 (см. рис. 35) и выдает сигнал на его перемещение по заданному потребителем адресу, т. е. в один из пяти силосов, что фиксируется на пульте управления соответствующими датчиками положения (конечными выключателями).

Алгоритм управления обеспечивает контроль состояния каждого датчика положения. Для этого в памяти микроЭВМ постоянно фиксируются соответствующие сигналы. Контроль прохождения распределительной воронки над силосами производится по времени. Если по истечении расчетного времени датчик положения не выдал сигнал, оператору выдается информация о его неисправности.

Таким же образом по времени контролируется положение скипового подъемника (нижнее, верхнее и два промежуточных). Контроль времени прохождения скиповым подъемником промежуточных положений производится в автоматическом режиме. При подходе в верхнее положение скорость груженого скипового подъемника автоматически снижается.

В момент окончания смешивания компонентов сухой смеси скиповый подъемник должен находиться в нижнем положении, тогда сборная воронка 5 (см. рис. 58) опускается в скиповый подъемник, включается питатель-накопитель 3 и открывается разгрузочный затвор 2 смесителя 1. Содержимое смесителя разгружается на питатель-накопитель и через воронку 5 поступает в скиповый подъемник. По окончании загрузки подъемника воронка поднимается, скиповый ковш уходит к разгрузочной воронке и через нее выгружает смесь в один из силосов 14 (см. рис. 35). Разгруженный ковш возвращается в исходное положение.

Если к моменту разгрузки смесителя скип не занял нижнее положение, питатель-накопитель может полностью принять содержимое смесителя. Наличие готовой сухой смеси на питатель-накопителе фиксируется сигналом датчика 4 (см. рис. 58) наличия материала. При исчезновении сигнала от датчика вырабатывается управляющее воздействие на закрытие разгрузочного затвора 2 и останов питателя. Для исключения аварийных ситуаций при неисправности датчика предусмотрен контроль опорожнения смесителя по времени. Отсчет времени начинается с момента открытия затвора, открытое или закрытое положение которого фиксируется датчиком положения. По истечении заданного времени вырабатывается сигнал на закрытие затвора смесителя, а при отсутствии ковша в исходном положении и на останов питателя-накопителя.

После каждого опорожнения смесителя в память микроЭВМ с нарастающим итогом заносится информация о количестве приготовленной сухой смеси с указанием ее марки и адреса отправки (в автотранспорт или в складские силосы).

## § 25. БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

Автоматизированную пневматическую систему ЦИКЛ-БС управления приготовлением бетонной (растворной) смеси применяют для автоматизации заводов с одно- и двухсекционными бетоносмесительными узлами периодического действия, выполненных по вертикальной схеме. Рабочей средой в системе служит очищенный сжатый воздух давлением  $(0,14 \pm 0,014)$  МПа. Функциональные модули системы находятся под избыточным давлением по отношению к окружающей среде, что не позволяет проникать в них пыли и влаги и соответственно повышается надежность работы системы пневмоавтоматики.

Упрощенная структурная схема системы ЦИКЛ-БС с расстановкой электрооборудования, приборов и разводкой пневматических цепей управления исполнительными механизмами и электрических цепей контроля от датчиков изображена на технологической схеме завода в составе надбункерного и дозировочно-смесительного отделений (рис. 59).

Система выполняет следующие функции:

управление надбункерным отделением: автоматическое и дистанционное управление транспортирующими механизмами трактов подачи в расходные бункера инертных материалов и цемента; оперативную сигнализацию и сигнализацию аварийных ситуаций;

управление дозирочно-смесительным отделением: местное управление механизмами смесительного отделения; автоматиче-

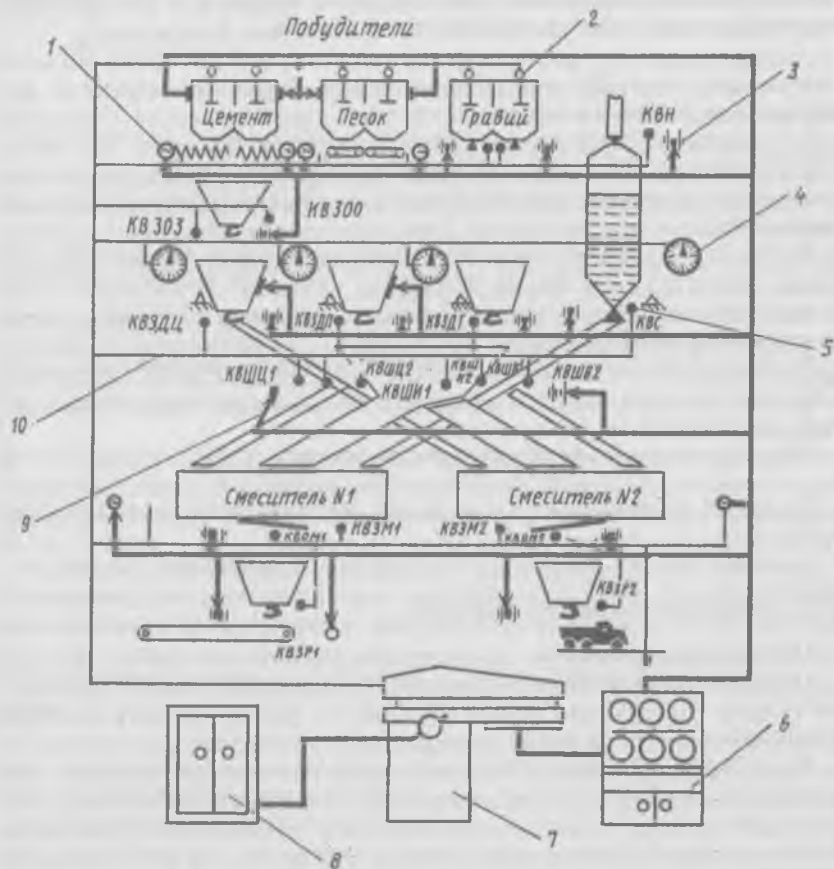


Рис. 59. Автоматизированный бетоносмесительный цех завода ЖБИ с применением пневматической системы управления «Цикл-БС»:

1 — электропривод, 2 — датчик уровня, 3 — пневматический исполнительный механизм, 4 — основной указатель задатчиков масс компонентов, 5 — конечный выключатель, 6 — блок централизованного контроля и управления технологическими механизмами надбункерного дозирочно-смесительного отделения, 7 — пульт оператора, 8 — блок пневматического группового питания, 9 — пневматические цепи управления исполнительными механизмами, 10 — электрические цепи сигналов от датчиков; КВ — конечный выключатель, З — затвор, Ш — шибер, Ц — цемент, П — песок, Г — гравий, И — инертные материалы, В — вода, ОЗ — общее закрытие, ОО — общее открытие, Д — дозатор, С — слив, ОМ — открытие смесителя, ЗМ — закрытие смесителя, Р — раздаточный бункер, Н — налив

ское и дистанционное управление дозированием компонентов бетонной (растворной) смеси любой из 12 марок; автоматическую разгрузку бетоносмесителей по истечении заданного времени перемешивания, которое может регулироваться в пределах 9 мин; сигнализацию заказа марки бетонной смеси и числа замесов заказываемой марки; задание, отсчет и сигнализацию перегрузки каждого из дозаторов; сигнализацию разгруженного состояния дозаторов; оперативную сигнализацию и контроль выполнения технологических операций; учет расхода цемента; регистрацию на диаграммной ленте процесса дозирования.

Система состоит из ряда блоков:

Б.3.0.1 — централизованный контроль за состоянием технологических механизмов дозирочного отделения;

Б.3.5.3 — автоматическое и дистанционное управление технологическими механизмами дозирочно-смесительного отделения;

Б.3.5.4-1 — автоматическое и местное управление дозатором цемента;

Б.3.5.4-2 — автоматическое и местное управление дозаторами инертных и жидкости;

Б.3.5.6-1 — автоматическое и дистанционное управление механизмами подачи материалов в расходные бункера для одного тракта подачи инертных материалов или одного тракта подачи цемента;

Б.3.5.6-2 — автоматическое и дистанционное управление загрузкой бункеров инертных материалов;

Б.3.5.6-3 — автоматическое и дистанционное управление загрузкой двух бункеров цемента;

Б.3.5.9 — автоматическое и дистанционное управление технологическими механизмами смесительного отделения;

БПГ — групповой блок пневматического питания.

В состав комплектующих изделий системы входят следующие приборы:

чувствительный элемент ПС-1 для преобразования усилия, создаваемого в одной из рычажных тяг дозатора, в пропорциональный пневматический сигнал, зависящий от массы дозируемого материала;

трехлинейный клапан КТ-1 в качестве путевого конечного выключателя для сигнализации и контроля положения механизмов бетоносмесительного цеха;

воздухораспределители В-1 для управления пневматическими приводами технологических механизмов дозирочно-смесительного отделения и В-2 для управления приводами распределителей цемента, воды и шибера инертных материалов смесительного отделения;

сигнализатор СУ-1 для контроля уровня в накопительных бункерах инертных материалов и цемента;

сирена СПМ-1 для предупредительной звуковой сигнализации при включении механизмов технологической линии.

Кроме того, с блоком Б.3.0.1 поставляют прибор КИП для проверки работоспособности блоков и их наладки, а также самопишущий прибор для регистрации на диаграммной ленте процес-



Таблица 9. Комплектность поставки блоков системы ЦИКЛ-БС

Приборы	Б.3.0.1	Б.3.5.3	Б.3.5.4.-1	Б.3.5.4.-2	Б.3.5.6-1	Б.3.5.6-2	Б.3.5.6-3	Б.3.5.9
Пост управления	1	1	1	1	1	1	1	1
Чувствительный элемент ПС-1	—	—	1	1	—	—	—	—
Трехлинейный клапан КТ-1	—	—	5	3	2	7	2	18
Воздухораспределители:								
В-1	—	—	7	3	1	1	1	4
В-2	—	—	—	—	—	—	—	3
Сигнализатор уровня СУ-1	—	—	—	—	—	12	4	—
Сирена СПМ-1	—	—	—	—	1	—	—	1

са дозирования. Комплектность поставки блоков системы ЦИКЛ-БС приведена в табл. 9.

В режиме дистанционного управления оператор открывает и закрывает затворы дозаторов ключами с пульта, контролируя массу компонентов в дозаторах по вторичным приборам блока Б.3.0.1.

Система управления ЦИКЛ-БС оснащена устройством автоматического учета при дозировании израсходованного цемента. Основным элементом устройства, автоматически измеряющего массу цемента в бункере дозатора, является преобразователь (на базе сельсина) угла поворота стрелки циферблатного указателя. Погрешность счетчика 0,3—0,6% от максимального значения шкалы циферблатного указателя. Счетчик осуществляет учет нарастающим итогом за смену, сутки, месяц, квартал количества цемента (в тоннах), прошедшего через дозаторы в процессе приготовления бетонной смеси. Сигналы высвечиваются на панели индикации. В каждом цикле дозирования устройство учитывает изменение массы тары, вызванное неполным опорожнением дозатора. Устройство учета позволяет оперативно принимать меры по устранению потерь цемента.

Система управления ЦИКЛ-БС обеспечивает экономию цемента (до 2%) за счет повышения точности дозирования компонентов бетонной смеси, повышает производительность смесеприготовительного технологического оборудования (в среднем на 17%) за счет обеспечения непрерывности технологического процесса и исключения неоправданных простоев и улучшает качество бетонных смесей и растворов за счет точного соблюдения технологии их приготовления.

## § 26. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Системы автоматизации технологических процессов приготовления бетонных смесей с применением микропроцессорной техники получили ряд преимуществ по сравнению с традиционными: простота перестройки системы с пульта управления за счет изменения программы в микроЭВМ (при замене технологического оборудования и изменении условий производства); информация о неисправностях работы технологического смесеприготовительного оборудования и тестирование отдельных элементов самих систем управления; широкая информация о технологическом процессе, контроле и учете материалов, выдаче бетонной смеси и работе с потребителем; оптимизация технологических процессов в целях уменьшения расхода цемента и снижения брака за счет точности дозирования; регистрация объективной технико-экономической информации (учет производительности, простоев, брака, расхода компонентов и др.); высокая надежность. Серийно выпускаемые промышленностью унифицированные блоки, на базе которых построена система, позволяют подготовить квалифицированный обслуживающий персонал, улучшить техническое обслуживание и ремонт.

В последние годы интенсивно ведутся работы по созданию и серийному освоению систем управления бетоносмесительными установками и заводами с применением микропроцессорных средств и тензометрических дозаторов. Так, в автоматизированной бетоносмесительной установке СБ-145-3 производительностью 30 м<sup>3</sup>/ч (в зимнем исполнении) применены весодозировочное оборудование на тензодатчиках и микропроцессорные средства управления в блочно-модульном исполнении (см. рис. 31).

Весодозировочное оборудование, основанное на применении рычажной весоизмерительной механической системы, вследствие больших нагрузок быстро изнашивается, в результате чего снижается точность дозирования компонентов бетонных смесей и растворов. Отечественная промышленность освоила выпуск прогрессивных безрычажных систем взвешивания с применением электрических силоизмерительных устройств (тензодатчиков), в которых нет трущихся механических деталей и, следовательно, обеспечивается высокоточное и эффективное дозирование. Так, весовая система на установке СБ-145-3, подвешенная на электрические тензодатчики, обеспечивает точность взвешивания 0,1—0,5% (точность рычажных систем 1,5—2%).

Микропроцессорная система выполняет функции управления самим технологическим процессом (рис. 60): задание доз компонентов бетонной смеси в соответствии с рецептурой, автоматическое дозирование составляющих материалов с помощью управ-

ления электромагнитными клапанами, определение времени смешивания, разгрузка смесителя.

Оператор в блоке памяти рецептов *БПР* устанавливает данный рецепт, и команда на обработку поступает в управляющий вычислительный комплекс *УВК* на базе *ЭВМ СМ1810*, который через блок тиристорных ключей *БТК* дает команду на включение

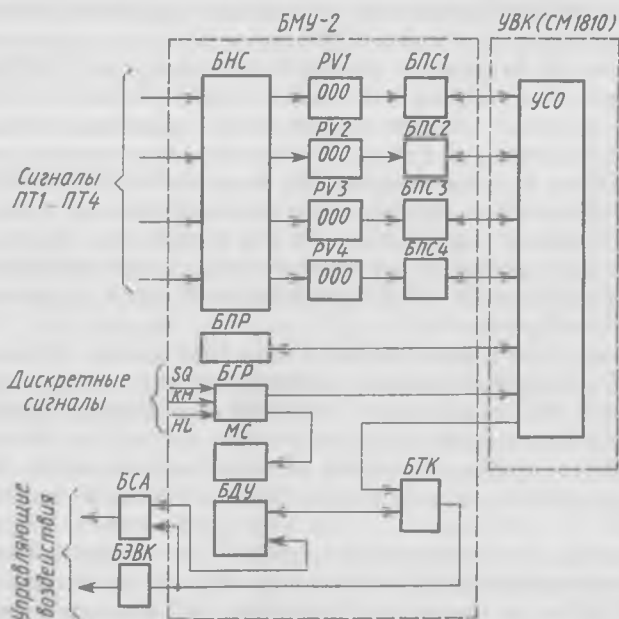


Рис. 60. Структурная схема микропроцессорной системы управления автоматизированной бетоносмесительной установкой СБ-145-3 производительностью 30 м<sup>3</sup>/ч: *БНС* — блок нормирования сигналов, *РВ1—РВ4* — цифровые отсчетные устройства, *БПС1—БПС4* — блоки преобразования сигналов, *БПР* — блок памяти рецептов, *БГР* — блок гальванической развязки, *МС* — мнемосхема, *БДУ* — блок дистанционного управления, *БТК* — блок тиристорных ключей, *БСА* — блок силовой автоматики, *БЭВК* — блок электровоздушных клапанов, *ПТ1—ПТ4* — тензодатческие преобразователи дозаторов, *КМ, НЛ, SQ* — источники информации сигналов (от магнитных пускателей, сигнальных ламп и конечных выключателей), *УСО* — устройство связи с объектом (технологией), *УВК* — управляющий вычислительный комплекс СМ 1810

блока электровоздушных клапанов *БЭВК*. Последние производят набор в дозаторы компонентов бетонной смеси.

При поступлении материала в дозаторы изменяется входное сопротивление тензодатчиков *ПТ1—ПТ4*, сигналы от которых через блоки *БНС* и *БПС* (нормирование и преобразование сигналов) поступают в *УВК*. При наборе заданной дозы по рецепту *УВК* дает команду в блок *БЭВК* на закрытие своего электровоз-

душного клапана и отключение электродвигателя механизма через блок силовой автоматики *БСА*. Сигналы от конечных выключателей *SQ*, магнитных пускателей *KM*, работающих механизмов и сигнальных ламп *HL* через блок гальванической развязки *БГР* поступают на мнемосхему *МС*. Оператор осуществляет визуальный контроль набора дозы компонентов на пульте управления по цифровым вольтметрам *PV1—PV4*.

Система управления следит за ходом технологического процесса с одновременной подачей сигналов на пульт управления с помощью сигнальных ламп на мнемосхеме и выводом информации на дисплей, что дает оператору полную информацию о состоянии технологического процесса.

С помощью управляющей клавиатуры в память микроЭВМ программируют используемые рецепты, число которых определяется для каждого заказа индивидуально. Выбор номера рецепта, изменение массы и содержание какого-либо рецепта высвечивают на дисплее. Если при дозировке происходит сбой, то процесс дозирования прекращается, что фиксируется на дисплее ЭВМ и на печатающем устройстве. Одновременно микроЭВМ регистрирует расход составляющих материалов, изготовленную кубатуру бетонной смеси по рецептам и накладные по каждой машине. Эти данные необходимы при расчетах финансовых расходов и при определении потребности в материалах.

*Бетоносмесительная установка СБ-145-3* оснащена комплектом дозаторов *КД-1500-1* с микропроцессорной системой управления.

Комплект *КД-1500-1* состоит из пульта управления *БМУ-2*, управляющего вычислительного комплекса (*УВК*) на базе микроЭВМ *СМ1810*, тензометрических дозаторов заполнителей *ДТИ-2500*, цемента *ДТЦ-500*, воды *ДТЖ-200* и химических добавок *ДТЖ-100*. Конечные выключатели, установленные на технологическом оборудовании, фиксируют положение пневматических исполнительных механизмов, показанных на схеме в виде блока *БЭВК*. На пульт управления *БМУ-2* подаются сигналы от усилителей тензодатчиков и влагомера песка *ВПС-205М*. Выходные сигналы пульта подаются на *УВК*, где происходит их обработка.

Дозаторы передают усилия на тензометрический датчик. Каждый дозатор имеет встроенный усилитель сигнала от тензодатчика, что позволяет уменьшить помехи и использовать обычные электрические кабели для передачи сигнала.

Управляют всеми механизмами установки в пусконаладочном режиме с пульта оператора. Компрессоры, смесители и передаточный транспорт включают оператором от блока дистанционного управления *БДУ*.

На пульте установлен ключ выбора режимов работы (автоматический или дистанционный). Все коммутационные аппара-

ты (кнопки, ключи, тумблеры и т. д.), включая тиристорные ключи с гальваническим разделением управляющих и силовых сигналов, расположены в БДУ. Тиристорные ключи управляются от УВК и служат для включения силовых устройств системы (пускателей, электропневматических клапанов).

Блок питания в нижней части пульта вырабатывает стабилизированное напряжение, подаваемое на датчики, электронные стыковочные устройства, дискретные входы и выходы УСО (устройств связи с объектом) УВК.

УВК выполняет следующие функции: логико-программное управление процессами приготовления бетонной смеси (дозированием, разгрузкой отдозированных материалов, перемешиванием компонентов) с отображением хода технологического процесса на экране дисплея; обеспечение высокого качества приготовления бетонной смеси; диагностика неисправностей и сигнализация аварийных ситуаций на экране дисплея; диалог «оператор — ЭВМ»; документирование производственной деятельности; рациональное управление производством.

В процессе логико-программного управления технологическим процессом система управления осуществляет включение и отключение механизмов в заданной технологической последовательности с учетом необходимых блокировок, контроль за выполнением управляющих воздействий, выработку дополнительных управляющих воздействий с целью устранения сбоев в работе технологического оборудования.

Для обеспечения высокого качества смеси УВК осуществляет реализацию алгоритма, минимизирующего погрешность дозирования; автоматический пересчет требуемой дозы воды и заполнителей в зависимости от их фактической влажности с целью стабилизации заданного водоцементного отношения; автоматический пересчет по данным лаборатории заданных доз компонентов смеси в зависимости от их фактических характеристик (степени засоренности, модуля упругости песка, активности цемента); уменьшение погрешности дозирования за счет автоматической компенсации измерительной системы дозаторов с учетом изменения массы тары; контроль точности набора массы каждого компонента с запретом загрузки при нарушении дозирования.

Функции диагностики УВК с выводом на экран дисплея сообщений закладываются в сигнализации о неисправности конкретного исполнительного механизма, о прекращении поступления любого компонента, о выходе из работы измерительной системы дозаторов и линий связи.

Включение микропроцессорной системы начинают с предварительного диалога; запрос о готовности механизмов установки к работе с экрана дисплея и получение на них ответов с помощью клавиатуры дисплея. Затем в УВК оператор подает команду «Выполнение заказа в автоматическом режиме». При этом автомати-

чески выполняются задачи управления технологическим процессом и индикация состояния объекта управления. Первая задача включает в себя управление последовательностью технологических операций, контроль состояния управляемых механизмов, опрос измерительных систем дозаторов, управление загрузкой и разгрузкой дозаторов, отсчет времени перемешивания и управления разгрузкой смесителя, проверка исправности управляемых механизмов и линий связи измерительных систем дозаторов.

При выполнении второй задачи «Индикация состояния объекта управления» на экране высвечиваются мнемосхема установки, данные о выполняемом заказе (номер рецепта, заданные дозы компонентов, дата и текущее время, объем заказа) и данные о ходе выполнения заказа (текущая масса доз компонентов, количество выданной смеси в данном заказе, объем перемешиваемой смеси, фактически отдозированная масса компонентов), сигнализация об аварийных ситуациях.

Система реагирует на следующие аварийные ситуации (и индицирует их на экране дисплея): отсутствует сигнал «Предварительный пуск» (низкое давление воздуха в пневмосети), не включен смеситель (или наклонный конвейер); неисправность конкретного управляемого механизма (при этом для механизмов с пневмоприводом производятся попытки восстановления нормального хода технологического процесса путем выработки воздействий, имитирующих действия оператора при дистанционном управлении); неисправности датчика положения или системы измерения массы; нет подачи материала в дозатор при включенном питателе; неполная разгрузка дозатора (при этом производится попытка встряхивания весового бункера); отклонение от заданной дозы выше допустимого, сбой в памяти рецептур.

При возникновении аварийных ситуаций дозирование прекращается, а на экране дисплея высвечивается сообщение о причине остановки. При этом во всех ситуациях оператору предлагается перейти на дистанционный режим работы.

В режиме документирования производственной деятельности по запросу машина выдает распечатанные бланки заказа и итоговой работы. Бланк выполненного заказа содержит код заказчика, данные об объеме выданного заказа, номер рецепта смеси, марку смеси и данные о ее подвижности, число и время выдачи заказа. Бланк итоговой работы содержит: сведения о количестве израсходованного материала по каждому компоненту, количестве выданной смеси по рецептам; число и время распечатки бланка. Для повышения эффективности подогрева заполнителей установка оснащена средствами автоматического учета расходуемой теплоты.

Использование комплекса КД-1500-1 позволяет на 5—7% уменьшить расход цемента, на 3—7% — выход бракованной смеси. С увеличением производительности бетоносмесительных уста-

Новок повышается экономический эффект, так как стоимость системы управления практически остается постоянной.

На стационарных заводах, технологическое оборудование которых смонтировано по вертикальной схеме, внедрены системы управления приготовлением бетонных смесей с применением средств вычислительной техники. Наиболее характерной разновидностью таких систем является комплекс автоматизированного управления приготовлением бетонных и растворных смесей КАУПС-2.

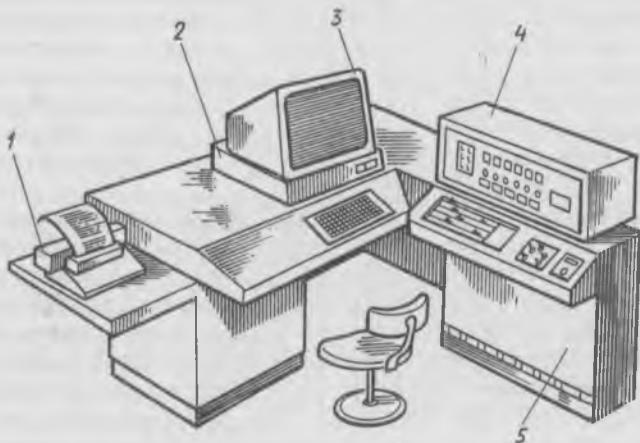


Рис. 61. Автоматизированная система управления приготовлением бетонных и растворных смесей (КАУПС-2):

1 — устройство печати ЭУМ-23, 2 — микроЭВМ «Электроника-60М», 3 — алфавитно-цифровой дисплей «Кварц-3М», 4 — панно мнемосхемы, 5 — пульт оператора

В состав комплекса (рис. 61) входят: микроЭВМ «Электроника-60М», алфавитно-цифровой дисплей «Кварц-3М», устройство печати ЭУМ-23, устройство связи с объектом, пульт оператора-технолога, нейтронные влагомеры «Нейтрон-3М», датчики уровня ( $\gamma$ -реле), датчики положения КВП-16.

Функциональные возможности комплекса аналогичны микропроцессорной системе управления бетоносмесительной установкой СБ-145-2.

Важным элементом любой микропроцессорной системы управления является программное обеспечение, которое состоит из ряда модулей, позволяющих производить их компоновку на этапе привязки к конкретному БСУ. В задании на компоновку системы указываются число дозаторов, распределительных воронок, смесителей, связи по перемещению материала (материальному потоку), марки бетонной смеси и др. Модульные программы включают переработку всей программы при изменении состава технологического оборудования БСУ, что значительно снижает

объем выполняемых проектных работ на этапе привязки к конкретному объекту.

МикроЭВМ с дисплеем устанавливают в помещении диспетчера, а шкафы управления исполнительными механизмами — в помещении БСУ. Это исключает необходимость работы оператора непосредственно в условиях запыленности, вибрации и повышенной влажности.

КАУПС-2 позволяет повысить качество продукции за счет повышения точности дозирования и коррекции рецептов по влажности, увеличить производительность технологического оборудования за счет возможности параллельной работы двух смесителей, улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

### Контрольные вопросы

1. Какие технологические операции подлежат автоматизации на бетоносмесительных установках и заводах? 2. Что входит в понятие «система автоматического управления бетоносмесительной установкой и заводом»? 3. По каким признакам классифицируют системы автоматического управления смесеприготовительным оборудованием установок и заводов? 4. Объясните работу схемы автоматического управления на базе блока БАУ-9 (см. рис. 53). 5. Каким образом оператор управляет бетоносмесительными установками с пульта на базе блока автоматизации БАУ-9? 6. Каковы принципиальные отличия в работе систем автоматического управления бетоносмесительными установками циклического и непрерывного действия? 7. Назовите основные технологические операции, которые подлежат автоматизации на установках по производству сухих смесей. 8. Какие функциональные задачи по управлению технологическими операциями приготовления бетонной смеси на стационарных заводах решает пневматическая система управления «ЦИКЛ-БС»? 9. Чем отличаются системы автоматического управления на базе микропроцессорных средств от традиционных систем управления на базе релейно-контактных, пневматических и бесконтактных элементов? 10. Как влияет элементная база различных систем управления на надежность их работы и функциональные возможности?

## ГЛАВА VII

### АВТОМАТИЗАЦИЯ СКЛАДСКИХ ОПЕРАЦИЙ

#### § 27. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Процессы складирования и переработки сырья в производстве бетонных смесей существенно влияют на технико-экономические показатели производства. Так, на основании анализа типовых проектов стационарных и инвентарных заводов по производству бетонной смеси установлено, что затраты на приготовление 1 м<sup>3</sup> смеси распределяются следующим образом: склад заполнителей — 25—40%; склад цемента — 20—30%; склад добавок — 2—3%; бункера подогрева — 10—15%; бетоносмесительный цех — 25—30%.



Автоматизация складирования цемента и заполнителей обеспечивает бесперебойное снабжение автоматизированных бетоно-смесительных установок и заводов исходными сыпучими материалами.

Комплексное решение задачи автоматизации складирования цемента и заполнителей обеспечивает контроль их приема, хранения на складе и подачу в расходные бункера для приготовления бетонных смесей.

Современные автоматизированные склады бетоносмесительных установок (притрассовые) и заводов (прирельсовые) оборудованы поточно-транспортными системами (ПТС) для подачи заполнителей и цемента к технологическому оборудованию для производства бетонных смесей.

Поточно-транспортная система представляет собой совокупность механизмов, обеспечивающих непрерывность технологического процесса транспортирования материалов к месту производства работ. К ним относятся ленточные, скребковые и винтовые конвейеры, работающие в определенной последовательности с другими механизмами ПТС — бункерами, питателями, поворотными воронками, сбрасывающими плужками и др.

Автоматизация ПТС складского производства охватывает весь комплекс складских работ: взвешивание поступающих транспортных средств с материалом, складирование материалов и подача в расходные бункера дозировочно-смесительного отделения.

Системы автоматизации складских операций выполняют следующие функции:

блокировку в схеме управления магнитных пускателей электродвигателей в соответствии с последовательным пуском механизмов в направлении против потока по технологическому процессу и с остановкой механизмов в обратном порядке;

запрет централизованного пуска с любого местного поста управления;

остановку потока с центрального пульта управления: первоочередное отключение головного механизма, подающего материал, и остановку остальных механизмов после выработки на них материалов;

аварийное отключение любого механизма с центрального пульта управления;

автоматическое или дистанционное отключение по блокировкам любого механизма (или всех механизмов);

невозможность запуска механизмов при неправильном положении затворов, шиберов и клапанов, а также при невключенной аспирации;

подача исходных материалов в аккумулирующие емкости (бункера, силосы и др.).

Сигналы для контроля за работой механизмов складского хозяйства поступают на центральный пульт управления от блок-контактов магнитных пускателей соответствующего электродвигателя и от датчиков контроля технологических операций. Например, работа ленточных конвейеров контролируется датчиками, вырабатывающими сигналы при вращении натяжного или оборотного барабана конвейера.

Выгрузка цемента из силосов осуществляется, как правило, не полностью из-за образующихся зависаний на стенках и в нижней части емкости. Объем зависшего материала может составлять 10—30% от общей вместимости силоса, что приводит к неполному использованию его полезной вместимости, к перерасходу цемента из-за снижения его активности на 20—30% (ввиду неиспользования этого цемента в течение длительного времени). Отсюда следует важность достоверного измерения количества цемента в силосе и разработки устройств сводообрушения.

В настоящее время в качестве источников информации о степени заполнения силосов и бункеров материалом, а также командных аппаратов, посылающих сигнал на включение и отключение поточно-транспортных систем подачи материала, используют указатели дискретного контроля уровня УКМ-1. Их можно использовать во взрывобезопасных помещениях, не содержащих токопроводящую пыль, а также агрессивные пары и газы в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Привод указателя уровня состоит (рис. 62, а) из синхронного электродвигателя 1, который через червячную передачу вращает вал 7 крыльчатки 9. Когда уровень материала подходит к крыльчатке, она и соединенное с ней червячное колесо 3 останавливаются. Червяк 2 на валу электродвигателя 1, вращаясь поступательно, перемещается, сжимает пружину 4 и толкатель 5 нажимает на штифт микропереключателя 10, отключая электродвигатель.

При снижении уровня материала в бункере крыльчатка освобождается, пружина возвращает червяк в исходное положение и микропереключатель одним контактом включает электродвигатель прибора, а другим контактом дает команду на подачу материала в бункер. Напряжение питания указателя 220 В, частота вращения крыльчатки 1,09 об/мин.

Указатель уровня (рис. 62, б) может быть включен в электрическую схему управления с отключением электродвигателя (зажимы 1—1) при торможении крыльчатки и без отключения (напряжение нужно подать на зажимы 1—4). Переключающий контакт 3—4 используют для подключения сигнализации (световой и звуковой) и одновременно для управления исполнительными механизмами, обеспечивающими работу заслонок, питателей, шнеков, конвейеров для подачи сыпучих материалов.

В зависимости от заданного уровня контроля материалов (верхний, нижний, средний) применяют различные варианты установки прибора в накопительном бункере (рис. 62, в) (поз. I — верхний уровень, поз. II — средний, поз. III—IV — нижний).

В последнее время получают распространение системы автоматического непрерывного контроля количества цемента в сило-

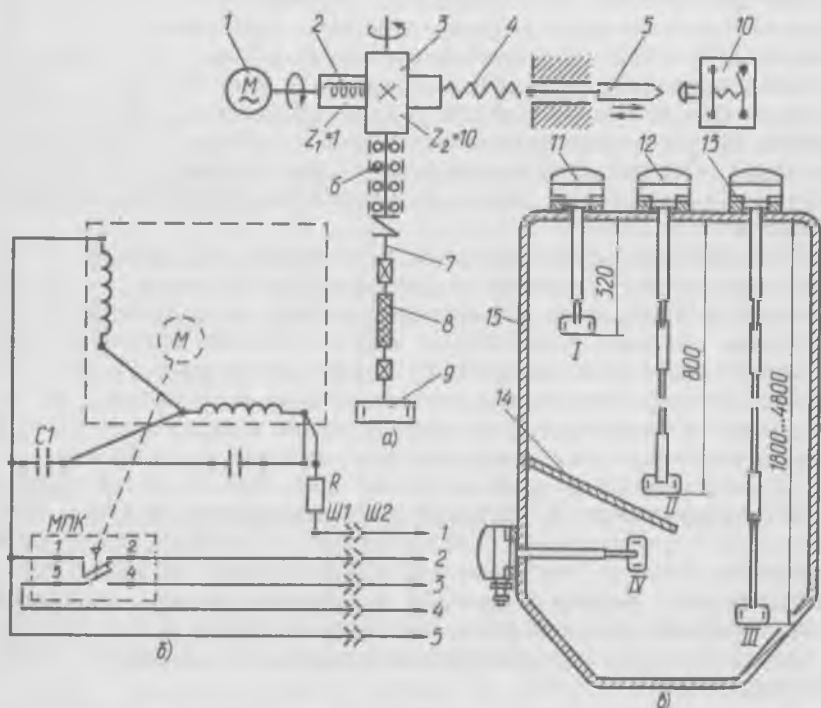


Рис. 62. Указатель уровня УКМ-1:

*а* — кинематическая схема, *б* — принципиальная электрическая схема, *в* — схемы установки в накопительном бункере; 1 — электродвигатель, 2 — червяк, 3 — червячное колесо, 4 — пружина, 5 — толкатель, 6 — подшипник, 7, 8 — валы, 9 — крыльчатка, 10 — микропереключатель, 11 — указатель уровня, 12 — прокладка, 13 — опора, 14 — козырек, 15 — накопительный бункер

сах, в основу которых положен метод взвешивания силосов с применением тензорезисторных датчиков. Тензорезисторный датчик предназначен для измерения статических или динамических нагрузок от тензометрических дозаторов и силосов цемента и преобразования этих нагрузок в изменение активного сопротивления проволоки датчика. В упрощенном виде тензодатчики представляют собой отрезок проволоки диаметром 0,02—0,5 мм

(рис. 63). При растяжении или сжатии проволоки датчика изменяются ее длина  $l$  и площадь поперечного сечения  $S$ . Если до растяжения электрическое сопротивление константановой или нихромовой проволоки  $R = \rho \frac{l}{S}$ , при растяжении оно стало  $R + \Delta R$ , где  $\rho$  — удельное сопротивление металлической проволоки.

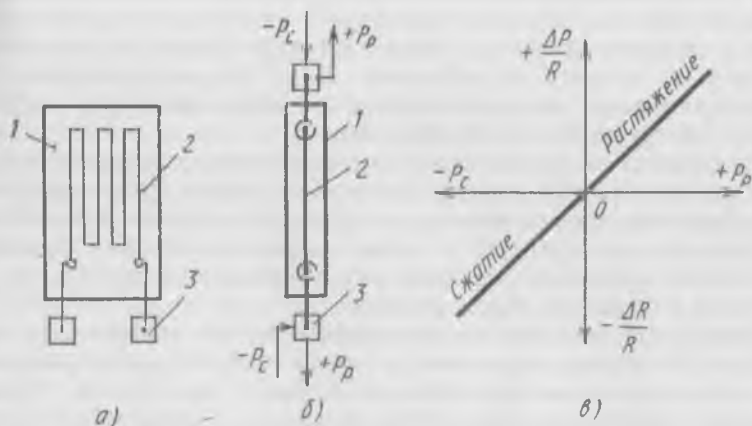


Рис. 63. Силоизмерительный тензометрический датчик: а — на сжатие, б — на растяжение, в — статическая характеристика; 1 — корпус, 2 — проволока, 3 — выводные зажимы

Изменение сопротивления тензодатчика прямо пропорционально приложенному к нему усилию (рис. 63, в):

$$\Delta R/R = f(P).$$

При растяжении тензометрического датчика (усилие  $+P_d$ ) его сопротивление увеличивается, а при сжатии (усилие  $-P_c$ ) — уменьшается.

Тензорезисторные датчики устанавливают на опорах силоса и электрически соединяют в мостовую измерительную схему. Этим обеспечиваются непрерывное измерение массы цемента в силосе, а также автоматическая блокировка от возможной перегрузки силоса. Измерительная схема учитывает ветровую нагрузку на силос и компенсирует это влияние. Погрешность весового метода не превышает 5%.

Питается датчик от источника постоянного или переменного тока. Допустимая максимальная влажность окружающей среды 95%.

## § 28. АВТОМАТИЗАЦИЯ СКЛАДОВ ЦЕМЕНТА

Цемент хранят в закрытых емкостях, а транспортируют по герметичным транспортным коммуникациям (например, винтовые питатели, конвейеры, эрлифты).

Автоматизация эксплуатируемых складов заключается в автоматическом заполнении силосов склада и накопительных бункеров в цехах-потребителях в зависимости от их уровня.

В систему автоматизации кроме транспортно-складских механизмов должны входить механизмы аспирации (пылеулавливания), сводообрушения, компрессорные установки и устройства для выдачи цемента потребителю. Для транспортирования цемента применяют пневмокамерные и пневмовинтовые насосы, донные разгрузатели и аэрожелоба.

На заводах по производству железобетонных изделий и конструкций используют склады цемента силосного типа (рис. 64), оборудованные пневмотранспортом. Загрузка силосов цементом из транспортных средств, а также подача цемента в бункеры дозаторных отделений осуществляются пневмокамерными насосами или донными разгрузателями.

Транспортные линии таких складов могут работать в трех режимах: загрузки, перекачки и подачи цемента в надбункерное отделение бетоносмесительной установки или завода. Режим перекачки необходим для периодического разрыхления массы цемента, так как при длительном хранении в силосах цемент теряет свою активность и при смешивании с другими компонентами бетонной смеси снижает ее качество.

Основные принципы автоматизации складов цемента рассмотрим на примере силосного склада, состоящего из шести силосов.

Загружают склады из крытых вагонов с помощью пневмо-разгрузчиков 9, из вагонов-цементовозов бункерного типа — с помощью пневмоподъемников. Одновременная разгрузка из вагонов разного вида не производится.

Задача системы автоматического управления на базе контактных элементов автоматики состоит во включении агрегатов транспортной линии в необходимой последовательности, контроле за работой технологического оборудования, реализации блокировочных зависимостей в схеме между отдельными механизмами и выключении механизмов по окончании процессов загрузки, разгрузки и перекачки цемента.

Выбор режимов работы и транспортного пути задает оператор с пульта. Блокировочные зависимости реализуются схемой управления последовательным включением контактов реле и магнитных пускателей управления двигателями механизмов.

Выбирает силос для загрузки цемента оператор на пульте

управления. При этом включает соответствующий воздухораспределитель  $YA1 - YA5$  и шибер выбранного силоса устанавливается в положение, открывающее доступ в него цементу. В исходном положении всех шиберов (закрыты силосы) тракт подготовлен для загрузки силоса № 6.

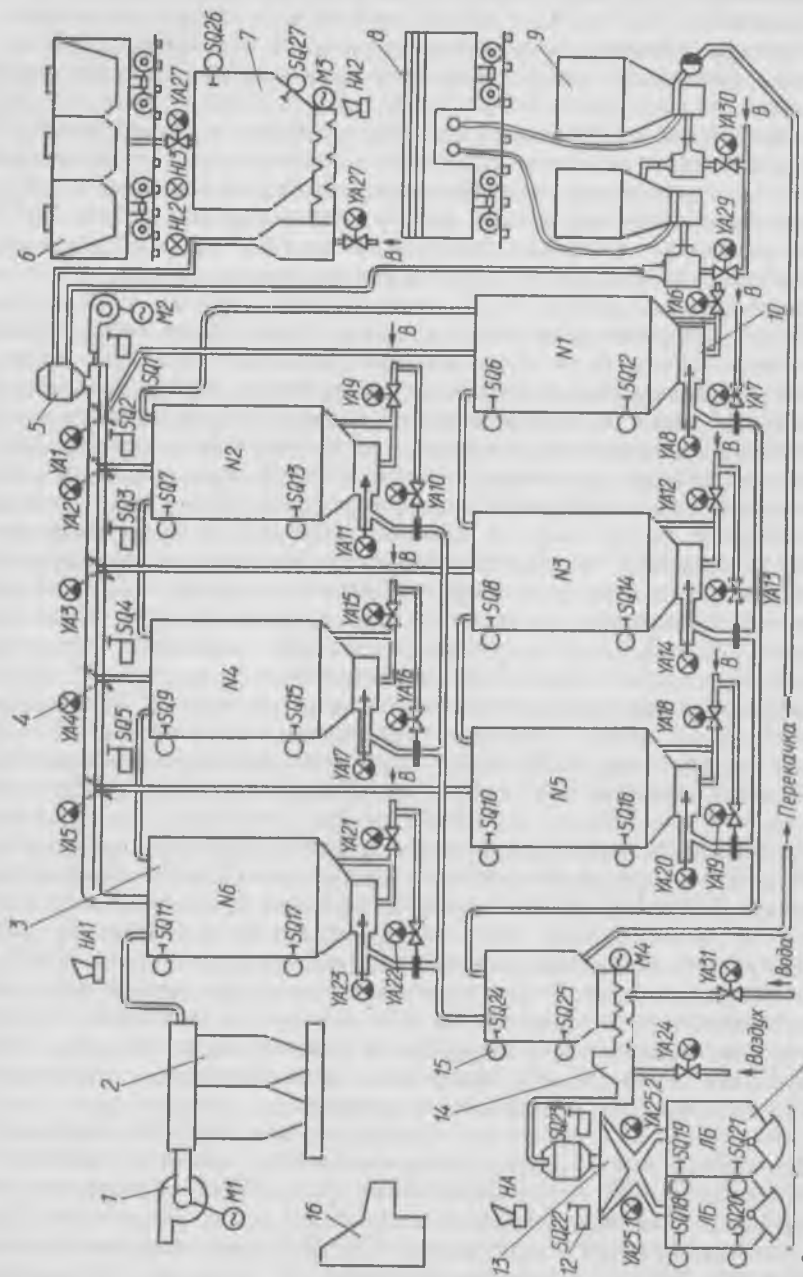
Механизмы тракта загрузки автоматически включаются в определенной последовательности: вентилятор 1 фильтра  $KM1$  (11), вентилятор верхнего аэрожелоба, вентили на трубопроводах сжатого воздуха к разгрузчикам цемента  $YA29, YA30$  (при разгрузке вагонов 8) или вентиль  $YA27$  на трубопроводе сжатого воздуха к эрлифтам 9 (при разгрузке вагонов 8 бункерного типа).

При разгрузке вагонов бункерного типа после включения вентилей подачи включается эрлифт  $KM3$  (14) (рис. 65). Контролируют перегрузку эрлифта по амперметру, который включен в силовую цепь электродвигателя через трансформатор тока. Отключают механизмы загрузки в такой последовательности: оператор склада нажатием кнопки  $SB2$  (8) дает команду оператору приемного устройства о прекращении загрузки, а затем, убедившись по сигналу от датчика  $SQ27$  (7), что в приемном бункере цемента нет, останавливает механизмы с доработкой цемента из трассы. При этом отключается эрлифт  $KM3$  (14), а затем с выдержкой времени отключаются вентилятор верхнего аэрожелоба  $KM2$  (12), вентили подачи сжатого воздуха  $YA27$  (13) ( $YA29$  или  $YA30$ ) и вентилятор фильтра  $KM1$  (11).

При включении автоматического выключателя  $SF$  (1) напряжение 220 В через кнопку аварийного отключения  $SBA$  (2) подается на схему управления. При этом высвечивается лампа наличия напряжения  $HL1$  (2). Затем оператор на пульте управления ключом  $SB3$  (6) выбирает силос (например, № 4), который должен загружаться из вагона бункерного типа. Ключом  $SB4$  (10) закрывает все силосы, и если это условие выполнено, то реле  $K2$  (5) контроля закрытого положения шибера дает разрешение на включение реле пуска механизмов участка  $K1$  (3). После этого оператор кнопкой  $SB1$  (3) включает реле  $K1$  (3), которое становится на самоблокировку и подает напряжение на программное реле времени  $KT$  (7) запуска механизмов. Одновременно включается предупредительная сигнализация: сирены  $HA1$  и  $HA2$  (4). Реле  $KT$  автоматическим переключением своих контактов производит следующие операции:

контактом  $KT1$  включает электромагнит  $YA1$  (10) загрузочного шибера силоса, при этом замыкается контакт конечного выключателя  $SQ4$  (6) и включается реле  $K3$  (6) контроля открытого положения выбранного силоса;

по истечении 45 с контактом  $KT2$  (12) включает магнитный пускатель  $KM1$  (11) электродвигателя  $M1$  (см. рис. 64) вентилятора фильтра;



Воздух цемента 11

после запуска вентилятора фильтра контакт *КТЗ* (см. рис. 65) включает магнитный пускатель *КМ2* (12) электродвигателя *М2* вентилятора верхнего аэрожелоба и одновременно открывается вентиль *УА27* (13) подачи воздуха в линию;

контакты магнитного пускателя *КМ2* и реле *К3* (открыт силов № 4) дают возможность контакту реле времени *КТ4* (16) включить магнитный пускатель *КМ3* (14) электродвигателя *М3* эрлифта: открывается клапан *УА26* (15) на подачу цемента в эрлифт и одновременно высвечивается зеленая лампа *НЛ2* (16), сигнализирующая оператору приемного устройства о необходимости выгрузки цемента из вагона бункерного типа.

Затем нормально закрытый контакт магнитного пускателя *КМ3* отключает реле *К1* (3), которое возвращает в исходное состояние программное реле времени *КТ* (7).

Запуск механизмов линии закончен, и материал начинает поступать из вагона в силос № 4. Контроль за работой технологических механизмов производится с помощью мнемосхемы. При заполнении цементом силоса № 4 до верхнего уровня срабатывает реле *К5* (9), которое своим контактом включает реле *К4* (8) останова механизмов участка. Реле *К4* дает световой сигнал (лампа *НЛ3*) оператору о прекращении подачи цемента из вагона, отключает клапан загрузки *УА26* (15) и повторно включает реле времени *КТ* (7) на остановку механизмов линии только при опорожнении от цемента бункера эрлифта (замкнут контакт датчика нижнего уровня *SQ27*). При отключении механизмов реле *КТ* своими контактами производит автоматически следующие операции:

закрытый контакт *КТ4* (16) отключает магнитный пускатель *КМ3* (14) эрлифта;

через 2 мин контакт *КТ5* (12) отключает магнитный пускатель *КМ2* (12) вентилятора верхнего аэрожелоба и одновременно закрывает клапан *УА27* (13), прекращая подачу воздуха в линию трубопровода;

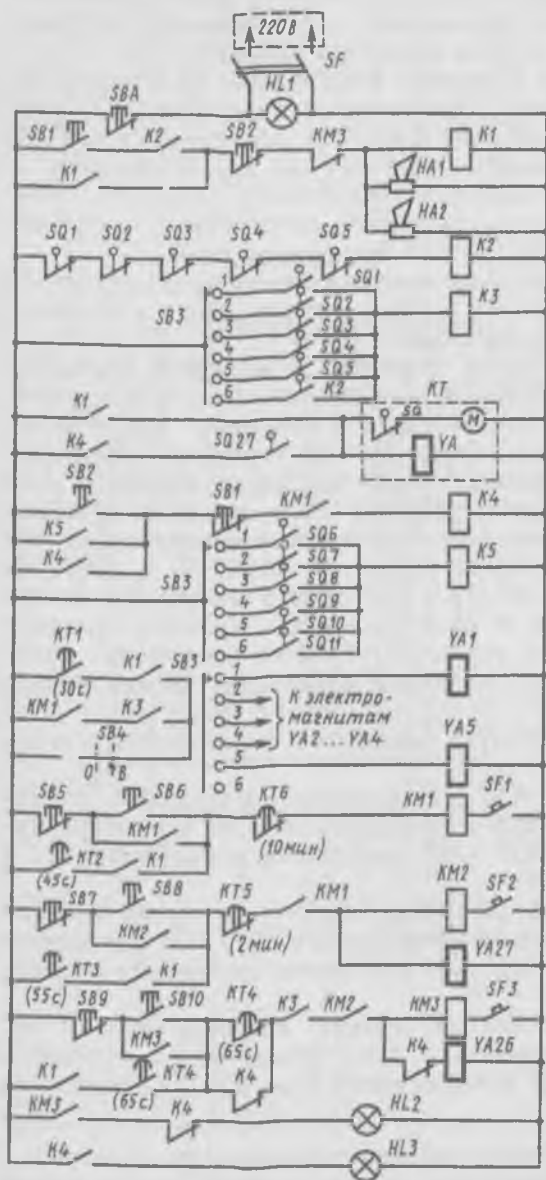
по окончании полной доработки цемента из линии контакт *КТ6* (11) отключает магнитный пускатель *КМ1* (11) вентилятора фильтра, а контакт *КМ1* (10) закрывает шибер загрузки силоса № 4.

После этого контакт *КМ1* (8) в цепи катушки реле *К4* (8) отключается и одновременно с этим отключаются двигатель *М* (7) и соленоид *УА* (7) программного реле *КТ* (7) — механиз-

Рис. 64. Технологическая схема автоматизированного склада цемента:

1 — вентилятор фильтра, 2 — осадительные циклоны, 3 — силосы, 4 — пневматические исполнительные механизмы, 5 — осадительные камеры, 6 — вагон-цементовоз бункерного типа, 7 — пневмоподъемник цемента (эрлифт), 8 — крытый вагон бункерного типа, 9 — пневморазгрузчик цемента (эрлифт), 10 — донные разгрузатели, 11 — расходные бункера дозирочно-смесительного отделения, 12 — шибер, 13 — конечные выключатели, 14 — пневмовинтовой насос, 15 — указатели уровня, 16 — центральный пульт управления





1	Автоматический Выключатель		
2	Лампа наличия напряжения		
3	Реле пуска механизма участка		
4	Сирены предупредительной сигнализации		
5	Реле контроля закрытого положения шиберов		
6	Реле контроля открытого положения шиберов силосных банок		
7	Программное реле времени пуска и останова механизма участка		
8	Реле останова участка при заполнении силоса		
9	Реле контроля заполнения силосов до верхнего уровня		
10	1	Электромагниты загрузочных шиберов силосных банок	
	2		
	3		
	4		
	5		
11	Вентилятор фильтра	Масляные пускатели управления механизмами лентой разгрузки из вагонов	
12	Вентилятор верхнего азрожелоба		
13	Электромagnet подачи сжатого воздуха		
14	Эрлицфт		
15	Клапан загрузки цемента		
16	Подать цемент		Световая сигнализация оператору загрузки
17	Отключить подачу		

Рис. 65. Принципиальная электрическая схема автоматизации загрузки склада цемента (обозначения те же, что на рис. 64)

мы технологического участка отключены. В конце смены оператор останавливает технологические механизмы с диспетчерского пульта управления кнопкой *SB2* (8). При этом включаются реле *K4* (8) останова механизмов и одновременно программное реле времени *KT*. Порядок отключения всех механизмов был описан выше.

Затем оператор переключателем *SB3* (6) выбирает для загрузки другой силос, по световой сигнализации проверяет, все ли силосы закрыты, и нажимает кнопку пуска механизмов участка *SB1* (3). Цемент необходимой марки подается в бетоно-смесительное отделение автоматически по запросу. Силос, из которого будет подаваться цемент, определяет оператор на пульте.

После срабатывания соответствующих реле в схеме (рис. 66) автоматически подготавливается цепь включения вентилей *YA18* (15), *YA19* (16) и клапана донного разгрузателя *YA20* (14) выбранного силоса. Одновременно открываются вентили подачи воды *YA31* (11) для охлаждения подшипников и подачи воздуха *YA24* (11) в камеру пневмовинтового насоса *KM4* (10).

После включения пневмовинтового насоса *KM4* открываются вентили продувки *YA19* (16), аэрации *YA18* (15) и клапан *YA20* (14) донного разгрузателя. По достижении верхнего уровня цемента в накопительных бункерах механизмы тракта автоматически отключаются по сигналам указателей уровня в определенной последовательности: закрываются клапаны *YA18*, донного разгрузателя *YA19*, *YA20* и после доработки (продувки) цемента из тракта в накопительные бункера с выдержкой времени насос *KM4* (10) отключается, а вентили *YA24*, *YA31* закрываются и прекращается подача воздуха и воды к насосу.

Перед началом работы оператор с центрального пульта управления переключателем *SB2* (5) выбирает силос (например, № 5), из которого будет подаваться цемент в накопительные бункера для приготовления бетонной смеси.

При включении автоматического выключателя *SF* (1) напряжение подается через кнопку аварийного отключения *SBA* (2) на цепи управления и высвечивается лампа наличия напряжения *HL* (2). Выбрав силос, переключателем *SB2* (5) оператор подключает датчики верхнего *SQ10* (5) и нижнего *SQ16* (5) уровней цемента в силосе № 5. Одновременно другие контакты ключа *SB2* (14), *SB2* (15), *SB3* (16) подключают соответственно электромагниты клапанов донного разгрузателя *YA20* (14), аэрации *YA18* (15) и продувки *YA19* (16). Для включения участка в работу оператор на пульте управления нажимает кнопку пуска *SB1* (3); включается реле *K1* (3) и срабатывает реле *K4* (8) или *K5* (9) в зависимости от того, в каком бункере нет цемента (замкнут контакт датчика нижнего уровня *SQ18* (9) или *SQ19* (10)).

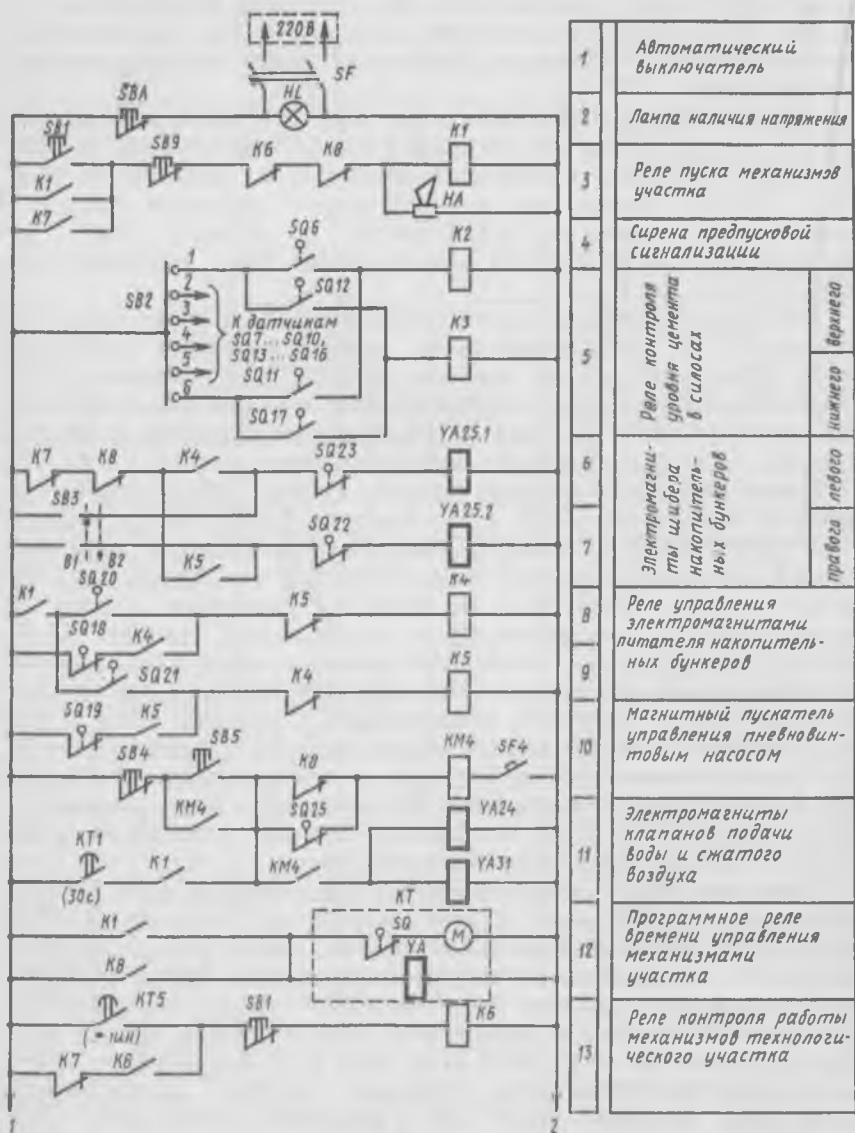


Рис. 66. Принципиальная электрическая схема автоматизации подачи цемента в бетоносмесительный цех



(14) дают команду на включение электромагнитов клапанов аэрации *YA18*, продувки *YA19* и донных разгрузателей *YA20* силоса № 5 — цемент начинает поступать в левый накопительный бункер.

Реле времени *KT* своим контактом *KT5* включает реле *K6* (13), которое становится на самоблокировку и своим закрытым контактом отключает реле пуска *K1* (3), что приводит к обесточиванию реле времени *KT* (12).

Когда левый бункер наполнится цементом, датчик верхнего уровня *SQ18* (17) включает реле *K7* (17) доработки цемента из трубопровода. Реле *K7* отключает реле *K6* (13), становится на самоблокировку и включает повторно реле пуска *K1*. Реле *K1* дает разрешение на включение реле *K5* (9), так как замкнут уже контакт датчика *SQ21* (9) нижнего уровня правого бункера цемента и реле *K5* (9) подготавливает цепь переключения шибера на загрузку правого бункера (*ПБ*) с помощью электромагнита *YA25.2* (7). Одновременно реле *K1* включает реле *KT* (12), которое своими контактами производит следующие переключения в схеме автоматического управления:

контакт *KT2* (14) через 35 с после включения реле *KT* отключает электромагнит *YA20* (14) клапана донного разгрузателя;

через 45 с контакт *KT3* (15) отключает электромагнит *YA18* (15) клапана аэрации;

контакт *KT4* (16) отключает электромагнит *YA19* (16) продувки цемента в трубопроводе;

контакт *KT5* (13) через 5 мин включает реле *K6* (13) и другим контактом *KT5* (17) отключает реле *K7* (17), что позволяет переключить шибер на загрузку правого бункера, так как цемент к этому времени из магистрали доработан полностью после продувки воздухом;

по окончании произведенных переключений контакт реле *K6* отключает реле *K1*, а реле *K1* — реле времени *KT* — происходит заполнение правого бункера. По достижении верхнего уровня контакт *SQ19* (10) отключает реле *K5* и включает контакт *SQ19* (17) реле *K7* (17), которое с помощью реле *KT* отключает с выдержкой времени клапаны разгрузки силоса с доработкой цемента из трубопровода, переключает шибер на заполнение левого бункера и т. д., т. е. схема автоматизации работает таким же способом, который изложен выше.

Автоматически механизмы участка, включая пневмовинтовой насос *KM4* (10), останавливаются в трех случаях.

1. При заполнении расходных бункеров цементом до верхнего уровня срабатывают контакты *SQ18* и *SQ19* и реле *K8* (18) остановка механизмов участка, включающее реле времени *KT*, которое отключает с выдержкой времени электромагниты клапанов разгрузки силосов цемента. По окончании доработки це-

мента бункер пневмовинтового насоса опустошается, что свидетельствует о размыкании контакта датчика нижнего уровня *SQ25 (11)*, который отключает магнитный пускатель *КМ4* пневмовинтового насоса. Одновременно *КМ4* своим контактом разрывает цепь питания реле *К8*, которое, отключившись, снимает напряжение с реле времени *КТ*.

2. При опорожнении силоса, из которого подается цемент: замыкается контакт датчика нижнего уровня *SQ16 (5)* и включается реле *К3 (5)*, которое своим открытым контактом включает реле останова *К8* (см. п. 1).

3. Останов в конце смены. При этом оператор нажимает кнопку останова *SB9 (18)* и включает также реле *К8*.

## **§ 29. АВТОМАТИЧЕСКИЙ УЧЕТ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ЦЕМЕНТА НА СКЛАДАХ**

При транспортировании, хранении и складской переработке, а также из-за недостаточной точности весового порционного дозирования при принятой технологии производства бетонных смесей и растворов допускаются большие потери цемента. Для их сокращения организуют контроль и учет расхода этого материала при поступлении его на склад и при его складской переработке на базе современных технических средств.

Контроль и учет расхода цемента по оценке грузоподъемности и числу принятых транспортных средств, в которых подан цемент, не дают объективной информации. Вследствие этого загрузка и разгрузка емкостей склада по существу происходят без надлежащего контроля, что приводит, с одной стороны, к переполнению емкостей и выбросу в атмосферу большого количества цемента, а с другой стороны,— к неучитываемым потерям цемента при транспортировании.

Наиболее эффективен контроль и учет цемента с применением средств автоматизации. Система автоматического контроля и учета расхода цемента на складах БСЦ и БСУ должна давать объективную информацию о наличии и расходе цемента, легко встраиваться в технологический процесс, быть устойчивой к высокому уровню промышленных помех и надежной независимо от условий эксплуатации.

Наиболее полно перечисленным требованиям отвечает система контроля и учета расхода цемента, содержащая датчики (измерители) количества материала, счетно-преобразовательный блок, реализующий функции обработки информации в цифровой форме, устройство индикации на пульте управления и устройство регистрации для документального учета расхода цемента. Надежность работы системы повышена за счет того, что датчики функционируют без прямого контакта с цементом. Это обеспечивает стабильность характеристик во времени независимо от

физико-механических свойств контролируемого материала, и приборы эффективно работают в условиях высокого уровня промышленных помех.

Одним из основных методов контроля количества цемента, поступающего на склад, является метод двойного автоматического взвешивания загруженного и разгруженного вагона или автоцементовоза с фиксацией фактического количества поступившего на склад цемента по разности двух сигналов взвешивания (рис. 67).

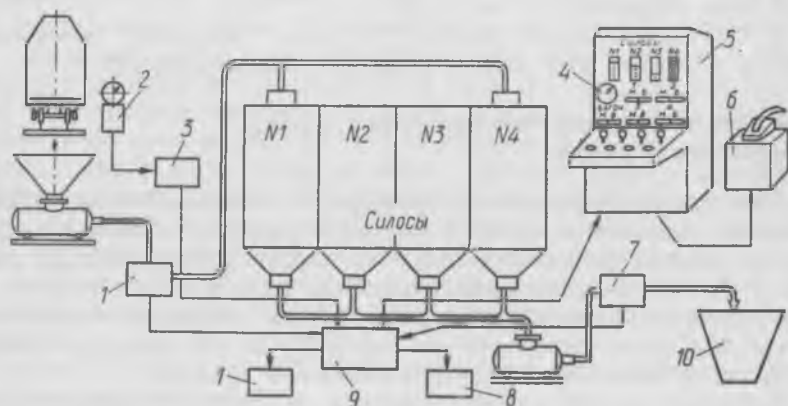


Рис. 67. Структурная схема контроля и учета расхода цемента при загрузке и разгрузке склада на бетоносмесительном заводе:

1 — расходомер контроля загрузки, 2 — вагонные весы, 3 — блок связи с вагонными весами, 4 — индикатор, 5 — пульт контроля и сигнализации (М — марка, В — вес), 6 — цифropечатающее устройство, 7 — расходомер контроля подачи на БСУ, 8 — устройство регистрации памяти, 9 — счетно-преобразовательный блок, 10 — расходный силос

Система содержит вагонные весы 2, расходомеры (измерители) количества материала 1 и 7, блок связи 3, счетно-преобразовательный блок 9, реализующий все функции обработки информации в цифровой форме на цифropечатающем устройстве 6, устройство индикации (индикатор) 4 и устройство регистрации 8 с целью документального учета расхода цемента.

Расходомеры по массе цемента устанавливают как на нагнетательном, так и на расходном трубопроводах силоса. Непрерывно автоматически суммируя количество цемента, поступившего на склад (по показаниям расходомера 1), и вычитая количество цемента, израсходованного со склада (по показаниям расходомера 7), с помощью счетно-преобразовательного блока 9 получают объективную информацию о количестве цемента, находящегося на складе. Такую систему используют на складах с загрузкой и опорожнением с помощью различных пневмонагнетателей. Ориентировочная погрешность измерения массы не превышает 3%.

Для контроля количества цемента в металлических силосах мобильных бетоносмесительных установок широко применяют систему с использованием тензометрических датчиков (рис. 68).

На каждом силосе установлено четыре тензопреобразователя 1, которые соединены в мостовую схему. Коммутирующее устройство 2 выполнено на базе щеточного переключателя. Первичным прибором, который воспринимает деформацию от массы силосов и преобразует ее в электрический сигнал, является тензорезистор.

При установке тензопреобразователей непосредственно на опоры силосов в качестве исходного сигнала используется изменение напряжения в опорах силосов (при изменении нагрузки), преобразующееся в электрический сигнал специальным навесным тензопреобразователем с использованием механических усилителей. Механические усилители состоят из двух башмаков, укрепленных на опоре силоса с определенным зазором. Изменяя место расположения механического усилителя, можно изменять степень деформации упругого элемента тензопреобразователя.

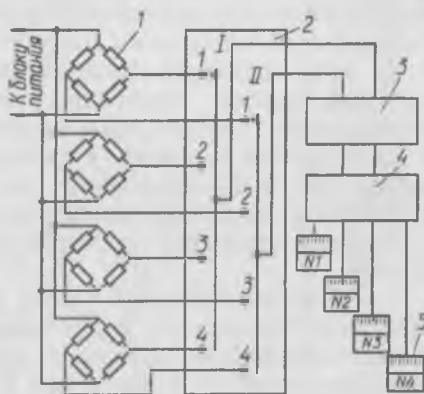


Рис. 68. Структурная схема индикации наличия цемента в силосах на бетоносмесительных установках:

1 — тензопреобразователи, 2 — коммутирующее устройство, 3 — усилитель постоянного тока, 4 — цифровой вольтметр, 5 — цифровое табло

В качестве вторичной аппаратуры использованы быстроедействующий усилитель постоянного тока 3 и цифровой вольтметр 4. Напряжение, снимаемое с тензопреобразователей 1, поступает на усилитель постоянного тока 3, усиливается до уровня унифицированного сигнала и подается на цифровой вольтметр. С помощью коммутирующего устройства оператор осуществляет опрос показаний уровня заполнения силосов. Результат измерения высвечивается на цифровом вольтметре и на пульте управления с помощью цифровых табло 5.

При эксплуатации склада, оборудованного такой системой, уменьшаются затраты на его обслуживание в связи с улучшением технологии учета и применением более надежного оборудования. В частности, контроль по массе позволяет исключить визуальный контроль, в результате чего сокращаются обслуживающий персонал, потери на складах, простои бетоносмесительных установок из-за отсутствия материала на складе, так как



повышаются достоверность и надежность оперативной информации о наличии цемента в силосах, улучшается ритмичность работы предприятия в целом.

### § 30. АВТОМАТИЗАЦИЯ СКЛАДОВ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Разнообразие сырьевых материалов, большой объем их потребления требуют организации развитого складского хозяйства. Заполнители бетонной смеси хранят на складах открытого, закрытого и полужакрытого типа. Склады заполнителей классифицируют по следующим признакам:

по виду внешнего транспорта: с доставкой материалов по железной дороге (прирельсовые склады) и автомобильным транспортом (притрассовые склады);

по способам загрузки: с приемными устройствами и системой машин для штабелирования материалов или без приемных устройств с непосредственной подачей материалов на склад;

по типу емкостей хранения: штабельные, бункерные и силосные.

Автоматизированные склады заполнителей с приемными устройствами бункерного типа вместимостью от 100 до 10 000 м<sup>3</sup> имеют штабельные галереи с ленточными конвейерами для подачи заполнителей в расходные бункера 14 БСУ (рис. 69). В таких складах исключаются загрязнение, запыление и смешивание отдельных фракций заполнителей. Склад состоит из трех приемных из вагона 1 отсеков 2, оборудованных ленточными питателями 4 со сборным конвейером 5, надштабельного конвейера 6 с раздаточной тележкой 7, шести штабельных отсеков 9, из которых материал по конвейерам 10 и 12 подается в бункера 14 надбункерного отделения через распределительную поворотную воронку 15.

Материал из вагона 1 выгружается в один из приемных отсеков 2, откуда ленточным питателем 4 и сборным конвейером 5 подается на надштабельный конвейер 6. Предварительно устанавливают раздаточную тележку 7 над соответствующим отсеком 9 в зависимости от разгружаемой фракции заполнителя. Когда один из отсеков заполнится, подается сигнал от соответствующего датчика верхнего уровня SQ19—SQ24 и тележку 7 устанавливают над другим отсеком. При отсутствии в накопительном бункере 14 материала любой фракции над ним устанавливают поворотную воронку 15 и включают ленточный питатель отсека 9, соответствующий нужной фракции. Число накопительных бункеров 14 соответствует числу штабельных отсеков 9, из которых подается заполнитель соответствующей фракции.

В процессе управления система автоматизации устанавливает раздаточную тележку 7 в заданное положение над соответствующим отсеком, управляет последовательностью включения и



выключения конвейеров 5 и 6 и питателей 4, реализует блокировочные зависимости между этими механизмами. Чтобы избежать завала предшествующих по материальному потоку механизмов предыдущими, они должны включаться в последовательности против, а выключаться — по направлению потока материала. Если какой-либо элемент транспортной цепи неисправен, автоматически отключается механизм, подающий на него материал.

Для управления данным технологическим процессом склада применяют схемы автоматизации с использованием электромагнитных реле и других контактных элементов автоматики (рис. 70).

Оператор включает автоматический выключатель *SF* (2) — напряжение питания 380 В переменного тока подается на первичную обмотку понижающего трансформатора *TV* (4). Со вторичной обмотки трансформатора напряжение 220 В поступает в цепи управления через аварийную кнопку *SBA* (5). При этом высвечивается лампа наличия напряжения *HL* (5). Затем оператор нажимает кнопку *SB2* (6) — включается реле пуска механизмов участка (тракта) *K1* (6), которое самоблокируется (через свой контакт) и подает напряжение на сирены *HA1* и *HA2* (7) предупредительной звуковой сигнализации. Контакт реле *K1* (8) включает программное реле времени *KT* (8), которое своими контактами с выдержкой времени производит в схеме следующие операции:

контакт *KT1* (9) с выдержкой времени 30 с включает реле *K2* (9) управления магнитным пускателем *KM1* (13) поворотной воронки;

контакт *KT2* (14) через 45 с включает реле *K6* (14) магнитного пускателя *KM2* (14) наклонного конвейера, если включен его автомат *SF2* (14), замкнут аварийный тросовый выключатель *SBA2* (14), натянутый вдоль всей ленты конвейера, и поворотная воронка заняла нужное положение (отключен магнитный пускатель *KM1*);

контакт *KT3* (16) через 60 с включает реле *K7* (16) магнитного пускателя *KM3* (15) горизонтального конвейера при условии включения предыдущего наклонного конвейера (замкнут контакт *K6* (16) в цепи катушки реле *K7*);

контакт *KT4* включает реле *K3* (10) контроля пуска механизмов тракта, которое отключает реле пуска *K1* (6), что приводит к снятию напряжения с реле *KT* (8).

Рассмотрим цепь включения реле *K2* (9), которое управляет магнитным пускателем *KM1* (13) включения поворотной воронки. Напряжение на катушку реле *K2* подается через контакты конечных выключателей *SQ1* — *SQ6* (9) положения поворотной воронки и указателей верхнего уровня *SQ7* — *SQ12* (9) в накопительных бункерах заполнителей.

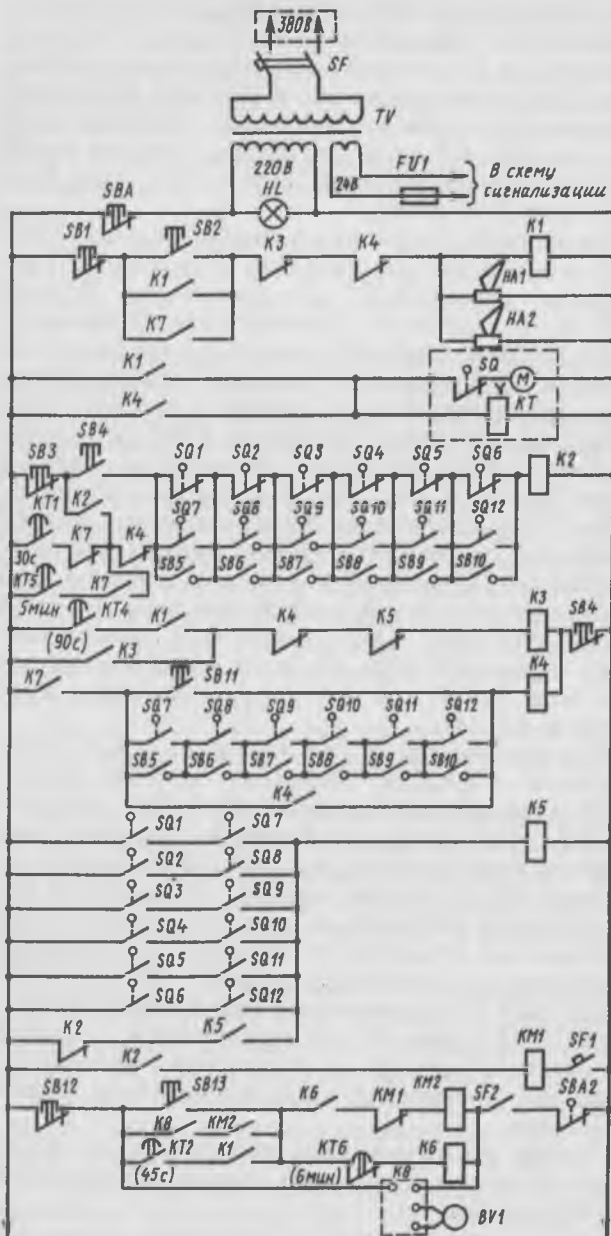
Для примера рассмотрим останов поворотной воронки над бункером № 6 фракции Ш4 (размером 40—70 мм). Воронка находится над бункером № 2, и контакт конечного выключателя SQ2 (9) разомкнут. При своем движении к бункеру № 6 поворотная воронка размыкает контакты конечных выключателей SQ3 (9) — SQ5 (9), но реле K2 не отключается, так как замкнуты контакты датчиков верхнего уровня SQ8 — SQ11 (эти бункера заполнены, а бункер № 6 пуст).

При подходе к бункеру № 6 воронка нажимает конечный выключатель SQ6 (9), его контакт размыкается, и поскольку контакт датчика верхнего уровня SQ12 (9) разомкнут (бункер пуст), то реле K2 (9) отключается. Горизонтальный конвейер продолжает работать (замкнут контакт реле K7), воронка находится над бункером № 6 (замкнут контакт выключателя SQ6), в котором материал отсутствует (замкнут контакт SQ18 (19), и тогда включается магнитный пускатель KM9 (19) (магнитные пускатели KM5 — KM8 питателей M5 — M8 не показаны) питателя отсека № 6 (см. рис. 69), в котором находится щебень фракции 40—70 мм. Щебень начинает заполнять бункер № 6; при заполнении его до верхнего уровня замыкается контакт указателя уровня SQ12, который вместе с контактом выключателя SQ6 (12) дает команду на включение реле K5 (12). Последнее отключает пускатель KM9 (материал прекращает поступать на ленту) и реле K3 (10), что дает возможность повторно включиться реле K1 (6), от которого срабатывает программное реле времени KT (8).

Контакт KT5 (9) реле времени KT по истечении 5 мин (время доработки материала с тракта) включает по цепи SQ1 — SQ5 (9) реле K2 (9) и магнитный пускатель KM1 (13) поворотной воронки. Реле K2 своим контактом снимает с питания реле K5 (12), что обеспечивает включение реле K3 (10) и соответственно отключение реле K1 (6) пуска участка. Поворотная воронка продолжает круговое движение до тех пор, пока не появится сигнал, что один из бункеров не заполнен до верхнего уровня (например, бункер № 3 щебня фракции 5—10 мм). При этом контакт датчика SQ9 (9) разомкнут и при нажатии конечного выключателя SQ3 (9) реле K2 (9) отключается и своим контактом в цепи дает разрешение на включение магнитного пускателя KM6 (18) (на рисунке не показан) питателя отсека фракции щебня 5—10 мм.

Рассмотренная схема аналогична для заполнения материалом любого из шести бункеров с помощью ленточных питателей KM4 (18) — KM9 (19) отсеков.

В случае заполнения всех бункеров до верхнего уровня замыкаются все контакты датчиков SQ7 — SQ12 (11) и срабатывает реле K4 (11) останова механизмов, которое отключает пускатель KM6 (18), обесточивает реле K3 (10), включает реле



1	Питание
2	Автомат
3	Трансформатор
4	Предохранитель
5	Наличие напряжения
6	Реле пуска участка
7	Сирены сигнальные
8	Реле времени пуска и останова участка
9	Реле управления поворотной воронкой
10	Реле контроля пуска участка
11	Реле останова участка
12	Реле отключения питателей при переходе поворотной воронки
13	Магнитный пускатель поворотной воронки
14	Управление наклонным конвейером

Рис. 70. Принципиальная электрическая схема автоматизации надбункерного отделения

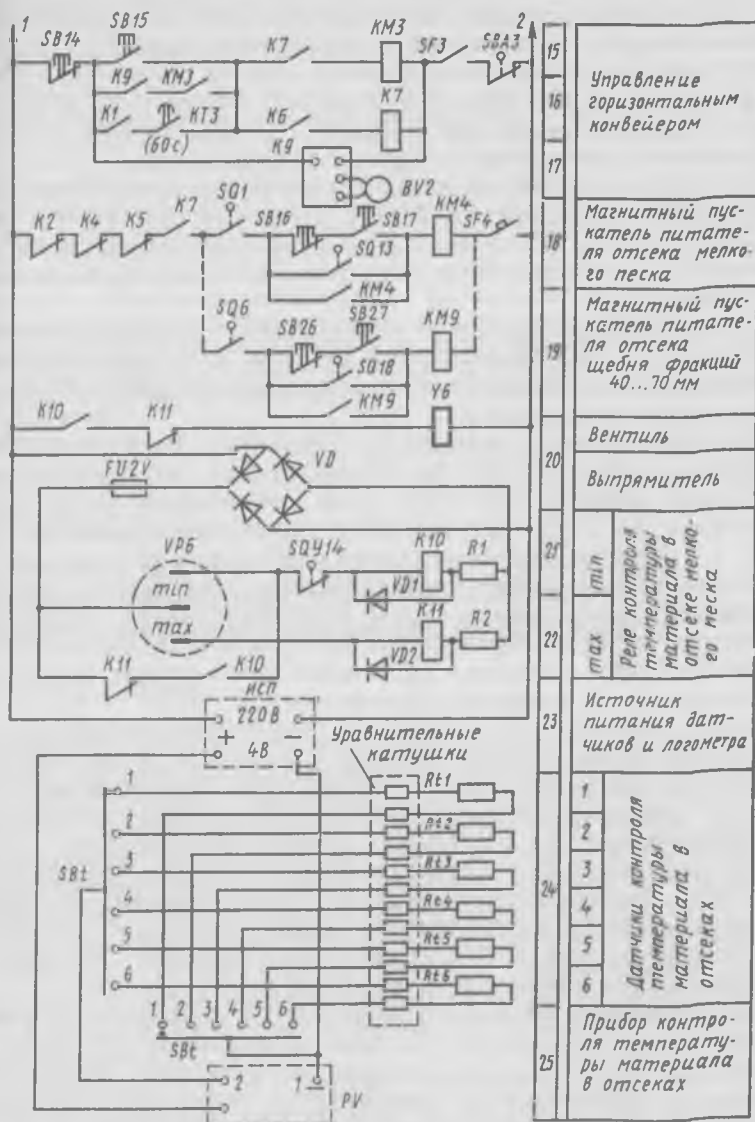


Рис. 70. Продолжение

$K1$  (6) и в третий раз включает программное реле времени  $KT$  (8).

Контакт реле  $KT6$  (14) по окончании доработки тракта отключает промежуточное реле  $K6$  (14), магнитный пускатель  $KM2$  (14) наклонного конвейера, а реле  $K6$  с помощью реле

*K7 (16)* отключает магнитный пускатель *KM3 (15)* горизонтального конвейера, что приводит к отключению реле *K4 (11)*.

Для повторного включения линии подачи материала в надбункерное отделение оператор нажимает кнопку *SB2 (6)* и система автоматики начинает работать по тем же функциональным зависимостям, которые были изложены выше.

Для остановки транспортных механизмов в конце смены оператор нажимает кнопку *SB11 (11)*. При этом срабатывает реле останова *K4 (11)*, которое отключает механизмы таким же образом, как и при заполнении всех бункеров материалом до верхнего уровня.

Для исключения одного из накопительных бункеров на период ремонта и профилактического осмотра на пульте оператора устанавливают соответствующий ему тумблер *SB5—SB10 (9)* в положение «Отключено».

При обрыве ленты конвейера (например, горизонтального) датчик скорости *BV2 (17)* не подает сигнал на усилительный блок реле скорости *K9 (17)*, реле отключается и размыкает контакт *K9 (16)* — отключается магнитный пускатель *KM3 (15)*.

Информация о работе технологических механизмов, уровнях материала в расходных бункерах и отсеках склада, положении поворотной воронки, температуре материала в отсеках, об аварийной ситуации в системе высвечивается на пульте оператора, установленного в помещении диспетчерской.

Склад обеспечивает материалом бетоносмесительный завод и в зимнее время, поэтому в схеме управления предусмотрено автоматическое регулирование температуры заполнителей в отсеках. В каждом отсеке установлены два датчика температуры: манометрический для управления соленоидным вентилем и термометр сопротивления для визуального контроля температуры с помощью показывающего прибора. При снижении температуры заполнителей в отсеке датчик своим контактом *VP6 (min) (21)* включает реле *K10 (21)*, которое открывает вентиль *Y6 (20)* подачи теплоносителя в регистры отсеков склада.

По достижении заданной температуры материала в отсеке замыкается второй контакт датчика температуры *VP6 (max)* и включается реле *K11 (22)*, которое обесточивает реле *K10* — вентиль *Y6* закрывается и прекращается подача теплоносителя. При повторном снижении температуры до минимальной снова включается реле *K10* и подается теплоноситель в соответствующий отсек и т. д.

Для визуального контроля температуры материала в любом из шести отсеков оператор на пульте управления переключателем *Sbt (24)* подключает любой из датчиков температуры *Rt1—Rt6 (24)*. При этом по шкале прибора *PV (25)* фиксирует температуру заполнителя в любом из шести отсеков склада.

## Контрольные вопросы

1. В чем заключаются принципы автоматизации складских поточно-транспортных систем? 2. Какие датчики контроля уровня сыпучих материалов применяют при автоматизации складских операций? 3. Объясните, как работают технологические механизмы склада цемента при разгрузке из вагонов и подаче материала в дозирочно-смесительное отделение. 4. Опишите работу принципиальной электрической схемы управления технологическими операциями склада цемента при загрузке силосов и подаче цемента в дозирочно-смесительное отделение (см. рис. 65 и 66). 5. Какие датчики применяют при автоматическом контроле расхода цемента? 6. Как осуществляется учет цемента, прошедшего через дозатор? 7. В чем выражается экономическая эффективность автоматизации учета цемента при переработке на складе и в процессе дозирования? 8. Как работает автоматизированный склад заполнителей? 9. Объясните работу схемы автоматического управления по загрузке крупным заполнителем накопительных бункеров надбункерного отделения. 10. Какими приборами контролируют температуру заполнителей в силосах? 11. Каковы назначения и принцип действия реле контроля скорости?

## ГЛАВА VIII

### ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

#### § 31. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Развитие строительной индустрии на основе передовой технологии, высокие эксплуатационные характеристики действующего оборудования, сокращение потерь энергетических, материальных и трудовых ресурсов возможны только при условии существенного повышения качества управления технологическими процессами приготовления бетонных смесей, в том числе путем широкого применения современных АСУ ТП.

В общем виде совокупность технологического оборудования и реализацию на нем соответствующего технологического процесса производства материальной продукции, в данном случае бетонной смеси, в автоматике называют *технологическим объектом управления* (ТОУ).

Управление ТОУ по заданным техническим и технико-экономическим критериям обеспечивается системой управления технологическим процессом. Система, построенная на базе средств вычислительной техники с использованием других (локальных) устройств автоматики и управляющая совместно с оператором технологическими процессами, реализуемыми на соответствующем технологическом оборудовании, называется АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическим процессом).



Средства вычислительной техники, локальные системы управления, включая преобразователи (датчики) и регулирующие органы, образуют комплекс технических средств (КТС) АСУ ТП.

Современные системы управления технологическими процессами в большинстве своем разрабатываются как многоуровневые. Структурная схема наиболее распространенной двухуровневой системы управления изображена на рис. 71. На I уровне



Рис. 71. Обобщенная схема структуры комплекса технических средств АСУ ТП

находятся локальные системы управления (ЛСУ) отдельными агрегатами или составляющими технологического процесса (например, дозаторами, смесителями, грузоподающими устройствами и др.). Функционирование составляющих технологического процесса должно быть согласовано между собой. Например, устройство, подающее компонент бетонной смеси в бункер дозатора, может быть включено только по окончании выгрузки предыдущей порции; подача дозы компонента в бетоносмеситель может производиться только при условии окончания предыдущего цикла смесеприготовления и т. д. Поэтому возникает задача координации работы локальных подсистем, которую решает подсистема II уровня.

К подсистеме I уровня относятся:

- технологический процесс, выполняемый с помощью различного технологического оборудования (смесителей, конвейеров, воронок, компрессоров, вентиляторов, шнеков и др.);

- преобразователи (датчиковая аппаратура);

- регулирующие органы (затворы, краны, клапаны, задвижки и др.);

- исполнительные механизмы (электрические, пневматические и гидравлические);

- локальные системы (системы дозирования и смешивания компонентов, выдачи готовой смеси, подача заполнителей со склада, учет цемента и др.). Локальные системы управления ЛСУ1 — ЛСУn представляют собой устройства логического управления исполнительными механизмами ИМ по сигналам от датчиков Д о состоянии технологического процесса. Они изменяют значения управляющих воздействий с помощью регулирующих органов РО. Сигналы от локальных систем подаются

на системную шину и через нее связываются с подсистемой II уровня.

Подсистема II уровня является более сложной и включает в себя: пульт оператора, управляющую ЭВМ и адаптер для связи и обмена информацией с подсистемой III уровня (например, при наличии организационной подсистемы АСУ). В памяти подсистемы II уровня находятся программы реализации алгоритмов координации работы локальных подсистем.

Аналогично в многоуровневой системе каждая подсистема более высокого уровня координирует работу подсистем низшего по отношению к ней уровня (рис. 72). Связь между отдельными

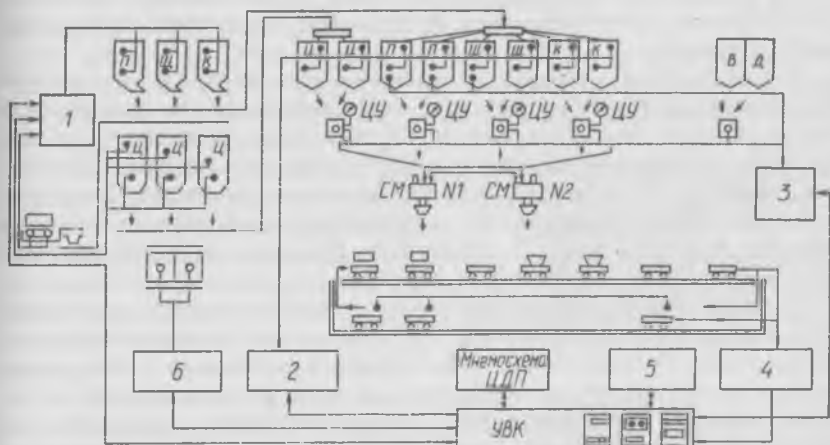


Рис. 72. Структурная схема АСУ ТП на стационарном заводе ЖБИ:

Ц — цемент, П — песок, Ш — щебень, К — керамзит, В — вода, Д — добавки жидкие химические, ЦУ — циферблатные указатели, СМ — смесители, ЦДП — центральный диспетчерский пульт, УВК — управляющий вычислительный комплекс; подсистемы АСУ ТП: 1 — приема материалов, 2 — загрузки заполнителями расходных бункеров, 3 — приготовления бетонной смеси, 4 — выдачи смеси, 5 — термообработки, 6 — контроля качества готовых изделий

подсистемами АСУ ТП осуществляется, как правило, с помощью электрических сигналов.

Управление всем технологическим циклом производства железобетонных изделий на стационарном заводе, начиная от подачи исходных материалов в надбункерное отделение и заканчивая контролем качества готовых строительных конструкций, осуществляют в рамках АСУ ТП шесть основных локальных подсистем, связанных по централизованному управлению с управляющим вычислительным комплексом (УВК): подсистема 1 приема исходных материалов на складе; подсистема 2 загрузки расходных бункеров; подсистема 3 приготовления бетонной смеси; подсистема 4 выдачи ее в транспортные средства; подсистема 5 термической обработки в камерах пропаривания; под-

система б контроля качества готовых изделий неразрушающим методом. Все системы через сборную системную шину функционально связаны с УВК, который, в свою очередь, выдает и получает информацию от центрального диспетчерского пульта (ЦДП).

Каждая из подсистем АСУ ТП может функционировать автономно. Автоматизированная система управления характеризуется повышенной надежностью функционирования, так как при отказе какой-либо из подсистем остальные сохраняют работоспособность, и возможностью поэтапного проектирования и внедрения. Сначала разрабатывают и вводят в эксплуатацию подсистемы низшего уровня, затем по мере накопления опыта их эксплуатации разрабатывают и внедряют подсистемы более высоких уровней.

В предыдущих разделах учебника рассмотрены структурно локальные системы управления технологическими процессами приготовления бетонных смесей. Кроме них имеются организационные системы управления (АСУ), где основным носителем информации об управляющем воздействии является документ. По мере совершенствования системы управления предприятием в целом АСУ ТП и АСУ сливаются, образуя интегрированную систему управления (ИСУ).

С появлением микропроцессоров стало возможно использовать вычислительную технику не только для управления исполнительными механизмами смесеприготовительного оборудования, но и расширить уровень комплексной автоматизации — создать единый управляющий вычислительный комплекс по управлению отдельными автоматизированными линиями.

Процесс управления включает следующие операции: сбор информации для изучения управляемого объекта (материальной базой этой операции являются приборы для сбора информации о состоянии объекта), передачу информации с помощью разнообразных средств связи; переработку информации с целью принятия решения; воздействие на управляемый объект в соответствии с принятым решением, осуществляемое с помощью автоматических систем и устройств управления.

Функционально-алгоритмическая структурная схема системы должна охватывать весь автоматизированный технологический комплекс:

1. Алгоритм управления процессом приема и складирования сырьевых материалов. При поступлении очередной партии материалов по запросам операторов с местных пультов управления складов цемента и заполнителей алгоритм обеспечивает оперативную выдачу из памяти машины информацию об объеме и адресе хранения соответствующего материала.

2. Алгоритм управления процессом загрузки расходных бункеров осуществляет автоматическую подачу исходных материа-

лов в расходные бункера надбункерного отделения по сигналам от датчиков верхнего и нижнего уровней, а также управляет всеми исполнительными механизмами тракта подачи материалов.

3. Алгоритм подбора рецептуры смесей определяет оптимальный состав бетонных и растворных смесей по результатам лабораторного анализа физико-химических свойств исходных материалов (влажности, активности, плотности, засоренности и др.) и подвижности готовых смесей.

4. Алгоритм коррекции состава смеси в зависимости от влажности заполнителей производит оперативную коррекцию дозировки исходных материалов в зависимости от влажности заполнителей в расходных бункерах БСУ.

5. Алгоритм оптимизации состава бетона обеспечивает расчет оптимального состава приготавливаемых бетонных и растворных смесей в зависимости от динамики набора прочности изделий при термообработке.

6. Алгоритм управления дозированием исходных материалов осуществляет автоматическое дозирование любого заданного по массе компонента бетонной смеси или раствора.

7. Алгоритм управления исполнительными механизмами дозирочного и смесительного отделений управляет исполнительными механизмами расходных бункеров, дозаторов, бетоносмесителей в процессе дозирования, смешивания и выдачи бетонной смеси в транспортные средства.

8. Алгоритм оптимизации времени смешивания бетонных смесей автоматически выдерживает требуемую пластичность бетонных смесей, оптимизируя время их смешивания.

9. Алгоритм учета расходуемых материалов и смесей учитывает фактически отдозированные материалы по видам и маркам, количество приготавливаемых смесей по маркам по БСУ и потребителям, а также выдает информацию об учете по запросам с центрального диспетчерского пункта (ЦДП).

10. Алгоритм управления термообработкой изделий управляет процессом нарастания прочности изделий с индикацией и регистрацией текущих значений температуры и прочности бетона, автоматически регулирует подачу теплоносителя, выдерживая заданный температурный режим.

11. Алгоритм обмена информацией между пультом заказа бетона и абонентским пультом, установленным в лаборатории, с микроЭВМ.

12. Алгоритм циклического опроса датчиков автоматически опрашивает датчики с установленной периодичностью для формирования массива вводной информации с сигнализацией отклонения ее от установленных параметров.

13. Алгоритм обработки результатов контроля готовых изделий производит статистическую обработку информации: о гео-

метрических размерах, прочности, расположении арматуры и толщине защитного слоя бетона с коррекцией соответствующих входных параметров.

14. Алгоритм расчета технико-экономических показателей и формирования выходных документов рассчитывает технико-экономические показатели выпускаемой продукции с выдачей рекомендаций диспетчеру по оптимизации хода технологического процесса.

### § 32. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ АСУ ТП

Все технические средства системы управления технологическим процессом приготовления бетонных смесей, включая датчики и регулирующие органы, образуют комплекс технических средств АСУ ТП. В него также входит управляющий вычислительный комплекс (УВК).

Квалифицированные операторы, обслуживающие бетоносмесительные установки и заводы, должны иметь представление об основных принципах построения и функциональных возможностях систем управления на базе микропроцессорных средств.

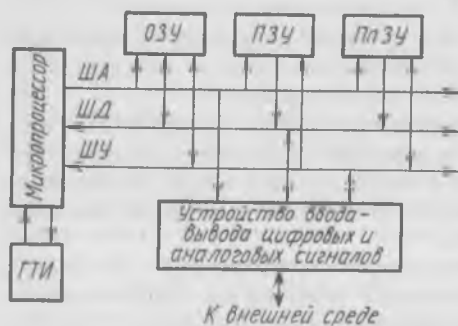


Рис. 73. Структурная схема типовой микроЭВМ

Микропроцессором называется процессор вычислительной машины, выполненный на одной или на нескольких больших интегральных схемах (БИС), позволивших разместить в миниатюрном кристалле полупроводника более десяти тысяч логических элементов, состоящих из транзисторов, резисторов, диодов и пр. В совокупности с другими БИС он образует микроЭВМ (рис. 73).

Кроме микропроцессора в микроЭВМ входят БИС оперативного запоминающего устройства (ОЗУ), пассивного запоминающего устройства (ПЗУ), перепрограммируемого запоминающего устройства (ППЗУ), генератора тактовых импульсов (ГТИ), устройства ввода—вывода цифровых и аналоговых сигналов, с помощью которых микроЭВМ связана с внешней средой.

ОЗУ—устройство, в процессе функционирования которого данные могут как записываться, так и считываться с этого устройства.

В ПЗУ в отличие от ОЗУ информация записывается на этапе его изготовления и сохраняется при выключении напряжения питания. Оно может работать только в режиме чтения. Обычно по стоимости ПЗУ дешевле ОЗУ. Поэтому в АСУ ТП ПЗУ используют для хранения программ управления технологическими процессами, различных таблиц и других данных, которые не изменяются в процессе функционирования системы.

ППЗУ предназначено для хранения программ, в которые при необходимости можно внести изменения, либо для запоминания данных, которые хотя и редко, но изменяются (например, процентное содержание компонентов бетонных и растворных смесей различных марок при введении в программу нового рецепта).

Устройство ввода-вывода цифровых и аналоговых сигналов состоит из микросхем обмена сигналами с внешней средой с применением аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

Большинство БИС микроЭВМ соединяют между собой с помощью единой системы шин (проводников): шины адреса (ША), данных (ШД) и управления (ШУ).

Информация может передаваться по шинам как от микропроцессора к другим устройствам микроЭВМ, так и в обратном направлении. Направление передачи информации в совокупности с некоторыми другими признаками задается в виде соответствующих кодов, передаваемых по ШУ. Микропроцессор во время своей работы считывает из запоминающего устройства очередную команду и выполняет ее.

МикроЭВМ бывают одно- и многоплатные. Модели на одной плате используют в качестве встраиваемых устройств в различных системах управления. Многоплатные модели чаще изготавливают в виде отдельных блоков, каждый из которых имеет пульты со средствами индикации и управления.

В АСУ ТП приготовления бетонных смесей применяют различные отечественные микроЭВМ:

«Электроника К1-20» — одноплатная микроЭВМ, используемая в качестве встраиваемого блока;

«Электроника К1-10» — многоплатная микроЭВМ, используемая для отладки программ в одноплатных моделях и в качестве модуля различных систем управления;

«Электроника СО-2» — микропроцессорная система, содержащая одно- и многоплатные микроЭВМ;

«Электроника НС» — микропроцессорная система, содержащая одно- и многоплатные микроЭВМ с малой потребляемой мощностью и повышенной устойчивостью к влиянию электрических и магнитных полей;

СМ-1800 — микропроцессорная система;

М-6000, СМ-1, СМ-2 — близкие по структуре построения, применяемые в различных системах управления;

М-400, СМ-3, СМ-4 — для применения в АСУ ТП и других системах с повышенными функциональными возможностями построения многопроцессорных комплексов.

МикроЭВМ в локальной системе управления согласно программе, введенной в память, выполняет команды чтения значений сигналов с датчиков, сравнивает их с требуемыми, вычисляет необходимые управляющие воздействия и переводит регулирующие органы (аналоговые и дискретные) в новое состояние. При этом регулирующее воздействие через преобразователи и формирователи поступает для управления исполнительными механизмами.

На пульте оператора расположены средства отображения хода технологического процесса (лампочки, световые табло и пр.) и средства управления (клавиши, тумблеры, ключи).

ЭВМ, получающая информацию о ходе технологического процесса непосредственно от преобразователей и управляющая непосредственно регулируемыми органами, минуя промежуточные подсистемы управления, работает в режиме прямого управления.

Реализация алгоритма функционирования осуществляется заданием в виде программы, вводимой в память ЭВМ. При необходимости ввода изменения в алгоритм функционирования системы составляют новую программу и вводят ее в память. Такую реализацию называют программной, или гибкой.

Однако низкая стоимость и широкие функциональные возможности микроЭВМ позволяют в настоящее время применять их и для построения локальных систем, которые до этого реализовались схемно.

В современных АСУ ТП в состав пультов входят дисплеи — устройства отображения информации на электронно-лучевой трубке, снабженные клавиатурой. Дисплей имеет вид обычного переносного телевизора, на экране которого отображается информация в виде строк символов, графиков, мнемосхем.

Технические средства АСУ ТП предприятий стройиндустрии имеют развитую систему устройств сопряжения с объектом (УСО) и возможность проектной компоновки вычислительной техники под конкретную технологическую задачу.

В настоящее время разработан комплекс технических средств для локальных информационно-управляющих систем, предназначенный для построения АСУ ТП на предприятиях с непрерывным или непрерывно-дискретным характером производства — КТС ЛИУС. Надежность АСУ ТП, качество управления, осуществляемого ими, в значительной мере зависят от функционирования локальных подсистем.

Для решения задач централизованного контроля, первичной обработки информации и регулирования в составе КТС ЛИУС использован комплекс КМ-2101 в виде организованной совокуп-

ности технических средств и математического обеспечения. Технические средства, входящие в КМ-2101, обеспечивают решение следующих функциональных задач: преобразование и передачу сигналов, аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование, ввод-вывод аналоговых и цифровых сигналов, ввод информации с перфоленты, вывод информации на перфоленту и цифровую печать, вывод информации на цифровую индикацию.

### **§ 33. АСУ ТП ДОЗИРОВОЧНО-СМЕСИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНОГО ЗАВОДА ЖБК**

АСУ ТП дозировочно-смесительного отделения по приготовлению бетонной смеси выполняет ряд функций, связанных с решением задачи управления технологическим процессом в целом: измерение текущих значений регулируемых параметров; вычисление регулирующих воздействий и изменение состояния регулирующих органов для управления технологическим процессом; учет расхода материалов, энергии, выпуска продукции и других показателей; контроль работы технологического смесеприготовительного оборудования, самой системы управления и текущих значений параметров технологического процесса приготовления бетонной смеси; наглядная информация о ходе технологического процесса на мнемосхеме пульта оператора и сигнализация об отклонениях.

При реализации алгоритмов функционирования структура АСУ ТП весьма полно отражается на функциональных схемах автоматизации. Это обусловлено тем, что каждая из систем реализуется в виде отдельного устройства, выполняющего вполне конкретную функцию (регулятор, показывающий прибор, сигнализирующий прибор и пр.).

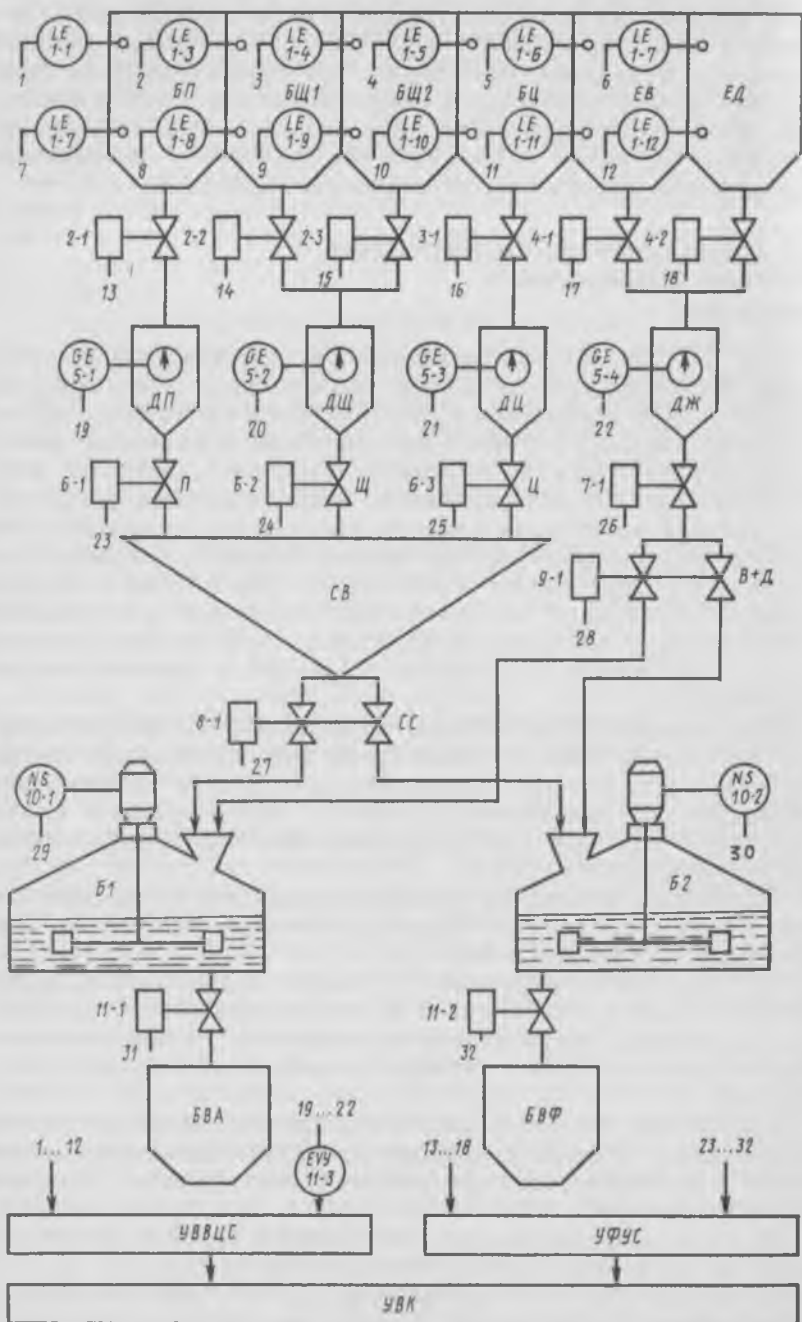
Реализация каждой из функциональных подсистем оформляется в виде совокупности программ, которые называются программным обеспечением АСУ ТП.

При программном управлении задача системы автоматики состоит в выработке заданной последовательности управляющих воздействий (типа включить, выключить) в зависимости от поступающих сигналов с датчиков и требуемых временных соотношений.

Важное место в программном обеспечении занимают схемы алгоритмов и программ, которые наглядно показывают содержание и последовательность действий, выполняемых вычислительной машиной.

Программное обеспечение представляет собой сложную систему. На долю программного обеспечения приходится до 70 % затрат общей стоимости разработки АСУ ТП приготовления бетонной смеси.





Функциональная схема АСУ ТП приготовления бетонной смеси на дозировочно-смесительном отделении приведена на рис. 74.

Технологический объект управления (ТОУ) состоит: из бункеров песка *БП*, щебня двух фракций *БЩ* и цемента *БЦ*; емкостей жидких химических добавок *ЕД* и воды *ЕВ*; дозаторов соответствующих компонентов *ДП*, *ДЩ*, *ДЦ*, *ДЖ*; сборной воронки *СВ*; бункеров выдачи бетонной смеси в автотранспорт *БВА* и на формовочные участки *БВФ*.

Состав ТОУ, а также схема материального потока неодинаковы для бетоносмесительных заводов различных предприятий. Например, отдельные бетоносмесительные установки включают не один, а несколько бункеров цемента различных марок, резервуар для воды может отсутствовать и вода может поступать в дозатор прямо из водопроводной сети. При применении нескольких разновидностей химических добавок для каждой из них предусматривают отдельные дозаторы.

Разнообразие технологического оборудования бетоносмесительных установок и заводов, а также возможных связей между агрегатами по материальному потоку усложняет автоматизацию рассматриваемого процесса с помощью типовых устройств со схемной реализацией алгоритма управления, так как требует доработки схем на этапе привязки системы к конкретному объекту. Поэтому современные АСУ ТП приготовления бетонной смеси строятся на базе микро- или мини-ЭВМ с программной реализацией выполняемых функций, при которой на этапе привязки к конкретной технологии в основном корректируется программное обеспечение системы. КТС АСУ ТП приготовления бетонной смеси включает:

- датчики контроля верхнего и нижнего уровней *1—1 ... 1—12* материалов и жидкостей в бункерах и емкостях;
- исполнительные механизмы питателей дозаторов *2—1 ... 2—3, 3—1, 4—1, 4—2*;
- датчики положений стрелок циферблатных указателей массы материала и жидкости в бункерах дозаторов *5—1 ... 5—4*;
- исполнительные механизмы затворов разгрузки дозаторов *6—1 ... 6—3, 7—1*;
- шиберы *8—1* и клапаны *9—1* на два положения подачи сухой (СС) и жидкой (В+Д) смесей в бетоносмеситель *Б1* или *Б2*;
- магнитные пускатели *10—1, 10—2* включения приводов бетоносмесителей;
- затворы бетоносмесителей *11—1, 11—2*;
- преобразователь *11—3* электрических сигналов, снимаемых с датчиков положения стрелки цифровых указателей в код;
- устройства ввода цифровых сигналов в ЭВМ (УВВЦС) и устройства формирования управляющих сигналов, поступающих с ЭВМ (УФУС);
- управляющий вычислительный комплекс (УВК).

Рис. 74. Функциональная схема АСУ ТП дозировочно-смесительного отделения

Кроме того, на бетоносмесителях могут быть установлены датчики электропроводности бетонной смеси или датчики мощности потребляемой приводом для контроля пластичности бетонной смеси.

Задача координации сводится в основном к заданию режимов и управлению последовательностью включения и выключения отдельных агрегатов. Работа смесеприготовительного оборудования включает три этапа: дозирование заданной совокупности компонентов, управления последовательностью их загрузки в бетоносмеситель, смешивание и выгрузка бетонной смеси в бункер выдачи.

При автоматизации бетонных заводов, как правило, для решения сложной задачи оперативного подбора рецепта для каждого замеса и выдачи корректирующих воздействий применяют УВК, функциональное назначение которого может быть различным: от выполнения только некоторых информационных функций до реализации режима непосредственного цифрового управления, в том числе и всем технологическим процессом в целом.

Использование УВК для управления заводов в целом эффективно, если безотказная работа УВК вместе со всеми устройствами автоматизации составит не менее 2000 ч.

УВК должен быть построен на основе небольшого числа укрупненных блоков, быстро и просто заменяемых запасными, с помощью которых в случае выхода УВК из строя электрик с квалификацией 5—6-го разряда мог определить неисправный блок с помощью определенных тестов (команды, показывающие в каком блоке имеется неисправность).

Изготовление, наладка и проверка всех частей УВК, в том числе и устройств связи с объектом, должны осуществляться специализированными предприятиями.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите о назначении, функциональных возможностях и построении АСУ ТП производства бетонных смесей. 2. Из каких подсистем состоит АСУ ТП стационарного завода ЖБИ и какая взаимосвязь между подсистемами? 3. Объясните принцип работы микропроцессора вычислительной машины. 4. Что входит в состав комплекса технических средств АСУ ТП? 5. Что такое программное обеспечение в составе АСУ ТП стационарного завода ЖБК? 6. Какие алгоритмы управления технологическим процессом производства железобетонных изделий используют на заводе ЖБИ? 7. Какие задачи выполняет функциональная схема АСУ ТП дозирочно-смесительного отделения?

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ЗАВОДОВ

### § 34. ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ДИАГНОСТИКА

Параметры окружающей среды (температура, влажность, запыленность и вибрация) — важные факторы эффективной работы средств автоматизации бетоносмесительных установок и заводов. Так, колебания температуры изменяют характеристики элементов электронного оборудования, что приводит к изменению параметров схем. Во избежание этого используют элементы, свойства которых мало зависят от изменения температуры, а также схемы, отличающиеся низкой чувствительностью к температурным колебаниям.

Под действием влажности, загазованности и запыленности окисляются и подвергаются коррозии электромеханические устройства, содержащаяся в воздухе пыль способствует износу движущихся частей. Кроме того, сокращается срок службы подшипников электрооборудования из-за попадания в них запыленных частиц.

В условиях производства бетонных смесей влажность и запыленность атмосферы особенно важно учитывать в проектах размещения средств автоматизации.

Способность электрооборудования автоматики выдерживать вибрации — фактор надежной работы средств автоматизации. Вибрация передается оборудованию через пол, элементы крепежных конструкций от вращающихся механизмов, поэтому наиболее важные устройства автоматики выполняют из сейсмостойких элементов или устанавливают на амортизаторы.

Техническое обслуживание (ТО) — это выполнение системы мероприятий по подготовке технических устройств автоматизации к применению. Техническое обслуживание приборов должно производиться в полном соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

По мере повышения уровня автоматизации, в том числе с применением микропроцессорных элементов и тензометрических датчиков, увеличивается значение технического обслуживания.

Техническое обслуживание проводят в период подготовки устройств и систем автоматизации к монтажу (контроль их состояния и работоспособности), в период эксплуатации (профилактические работы и осмотры) и при выполнении ремонтных работ. Приспособленность (доступность) к выполнению ремонтных работ, поиску и устранению неисправности характеризует ремонтпригодность технических средств автоматизации.

Техническое обслуживание устройств и систем автоматизации бетоносмесительных установок и заводов, как правило, выполняет специализированное подразделение, именуемое сокращенно службой (или цехом) КИПиА (контрольно-измерительных приборов и автоматики). Основное назначение службы (рис. 75) — обеспечить бесперебойную работу контрольно-измерительных и регулирующих приборов, устройств, входящих в

состав систем, и самих систем, исполнительных механизмов и др.

Основные функции службы КИПиА:

техническое обслуживание приборов и средств автоматизации;

ремонт средств автоматизации после обнаружения неисправности или плановый ремонт по графику непосредственно в мастерских службы КИПиА;

учет средств автоматизации, имеющихся в наличии на предприятии;

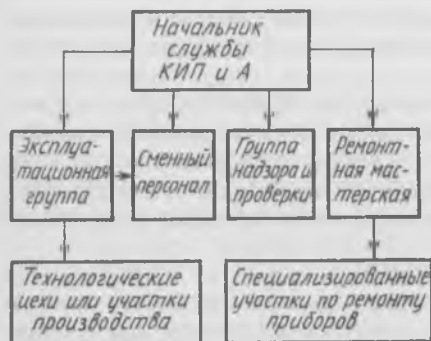


Рис. 75. Структурная схема службы КИПиА

испытание новых средств автоматизации, составление рекомендаций по их использованию;

разработка и осуществление мероприятий по увеличению срока службы автоматизации и др.

Периодичность ТО приборов и средств автоматизации устанавливаются с учетом интенсивности эксплуатации, но не реже раза в год.

Для примера приведен перечень работ по ТО системы управления бетоносмесительной установки, построенной на базе блока БАУ-9 и указателя уровня сыпучих материалов УКМ-1: внешний осмотр блока, пульта, преобразователей, задатчиков массы, очистка от пыли и удаление влаги;

проверка исправности аппаратуры управления (кнопок, тумблеров, переключателей);

проверка комплектности системы, своевременный ремонт соединительных кабелей;

проверка правильности соединения схемы (монтажа), крепления проводов и элементов схемы к корпусу щитов и пультов;

проверка контактов реле (при необходимости их зачищают и регулируют).

В указателе уровня сыпучих материалов типа УКМ-1 проверяют состояние электрических цепей и отдельных деталей, сма-

зывают узлы и детали прибора и заменяют изношенные уплотнения. В процессе эксплуатации периодически заменяют смазку в редукторе, электродвигателях и его подшипниках, смазывают червячную передачу привода смазкой ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773—73). При длительной работе электродвигателя и большом числе включений (более 5000), особенно при измерении верхнего уровня материала в бункере, масло в редукторе заменяют через каждые три месяца; при незначительном времени работы и малом числе включений электродвигателя и измерении нижнего уровня материала масло в редукторе заменяют не менее двух раз в год.

Во избежание попадания пыли внутрь прибора УКМ-1 сальниковую набивку самоподвижного уплотнения заменяют по мере износа, но не реже одного раза в год. При попадании пыли в корпус прибора разбирают, прочищают, смазывают червячную пару, после чего собирают прибор, уплотнив разъем и заменив сальниковую набивку уплотнений. Периодически проверяют состояние изоляции электрических цепей.

Эксплуатационный дежурный персонал содержит работающие устройства автоматизации в исправном состоянии и устраняет неисправности, возникающие на действующем оборудовании; систематически и планомерно совершает обходы производственных цехов и установок, где работают приборы и средства автоматизации, наблюдает за их работой и устраняет возникающие неисправности; выполняет профилактическое ТО и проверяет состояние средств автоматизации (чистка, продувка импульсных линий, заправка самописцев чернилами, смена диаграмм и т. п.); ведет проверку и наладку как отдельных приборов, регуляторов, исполнительных механизмов, так и в целом систем автоматического управления, наблюдает за работой систем; делает записи в журнале о состоянии средств автоматизации и выполненной за смену работе.

Дежурный персонал имеет в своем распоряжении переносные лабораторные приборы (потенциометры, мосты, магазины сопротивления, контрольные манометры, вольтамперметры, мегаомметры и т. п.), инструменты (переносная лампа, паяльники, набор слесарного инструмента, ключи газовые и гаечные, электросверлилка) и материалы (запас диаграммной бумаги, машинное масло, обтирочный материал, крепежные изделия, провода различных сечений, изоляционная лента, набор запасных деталей и т. д.).

Обслуживающий персонал должен быть обеспечен эксплуатационной технической документацией: принципиальными, функциональными и монтажными схемами систем управления и регулирования, инструкциями заводов-изготовителей, графиками текущего ТО и демонтажа приборов для восстановительного ремонта, журналом, в котором записывает возникшие отказы,

их причины и способы устранения, журналом допусков для регистрации разрешений на вывод действующего оборудования в ремонт, инструкцией по технике безопасности.

Даже при нормальной эксплуатации с течением времени механические части приборов изнашиваются, постепенно изменяются их электрические характеристики, снижается точность, погрешность измерений выходит за допустимые пределы. При неблагоприятных для эксплуатации условиях (вибрация, повышенная влажность, температура окружающей среды, запыленность) износ и старение приборов наступают значительно быстрее. Необходимость ремонта возникает также вследствие неправильной эксплуатации. Во всех этих случаях ремонт оборудования средств автоматизации обеспечивает служба КИПиА. В зависимости от характера причин, вызвавших неисправность, и объема ремонтных работ различают три вида ремонтов: текущий, средний, капитальный.

Текущий ремонт выполняют непосредственно на месте установки прибора. К текущему ремонту относятся: замена деталей, транзисторов и электронных ламп, прочистка контактов, восстановление оборванных проводов и паяк, чистка реохорд, контактных роликов, подтягивание крепежных устройств и их деталей.

При среднем ремонте, который выполняют в цехе и на установке с отключением электрооборудования, полностью чистят приборы, смазывают или заменяют подшипники и другие подвижные поверхности, подтягивают соединения проводов на аппаратах и клеммниках, прозванивают отдельные цепи. Периодичность среднего ремонта зависит от характера и условий эксплуатации, осуществляют его в плановом порядке по графику, составленным службой КИПиА.

*Капитальный* ремонт предусматривает полное восстановление прибора или устройства, после чего на специальном испытательном стенде производят его наладку, регулировку и длительное испытание в условиях, близких к рабочему режиму.

Капитальный и частично средний ремонт выполняют силами ремонтного персонала, включая оператора, или работниками специальной ремонтной мастерской, являющейся одним из подразделений службы КИПиА. Руководит ее работой непосредственно мастер или заместитель начальника службы КИПиА, если персонал мастерской небольшой. Если объем работ значительный, в составе мастерской выделяют участки по ремонту определенных групп приборов и преобразователей: расходомеров, приборов давления и разрежения, температуры, уровня, влажности, гранулометрии и различных регуляторов.

На тех предприятиях, где находится в эксплуатации автоматизированная система управления, создают специальную группу АСУ (лабораторию или отдел), включающую специалистов по вычислительной технике.

В процессе эксплуатации любого устройства и системы автоматизации бетоносмесительных установок и заводов необходим периодический контроль технического состояния системы в целом и ее отдельных устройств, который позволяет предупредить возможные отказы, возникающие в системе, путем своевременного обнаружения предотказового состояния.

Надежность работы отдельных устройств автоматизации (преобразователей, усилителей, реле, логических элементов, микропроцессорной техники, исполнительных механизмов) и в целом автоматических систем управления (БАУ-5, БАУ-9, ЦИКЛ-БС, СУБЗ-2, КАУПС-2 и др.) во многом зависит от тщательного технического обслуживания и своевременной регулировки и наладки этих средств автоматизации. В результате своевременного и качественного технического обслуживания повышается надежность систем управления технологическими операциями.

Обычно операции контроля совмещают с операциями восстановления работоспособности системы автоматизации. Контроль осуществляют измерением технических параметров (ток, напряжение, сопротивление, индуктивность и т. п.) отдельных узлов или наблюдением за процессом функционирования системы автоматизации в целом. В последнем случае систему переключают на стенд-имитатор, на котором проверяют последовательность и четкость включения механизмов, составляющих схему технологического процесса.

Время, затрачиваемое на ремонт, в значительной степени зависит во многом от квалификации обслуживающего персонала при выполнении тех или иных операций.

ТО (профилактика) — это система предупредительных мер, направленных на снижение вероятности возникновения отказов. Сюда входят технические осмотры, регулировки, замена комплектующих элементов, восстановление защитных покрытий и токопроводящих контактов и др. Сроки профилактики зависят от характера возможных последствий в случае отказов средств автоматизации и экономической целесообразности профилактических работ, так как для их проведения и замены элементов затрачиваются время и средства.

Профилактическое обслуживание аппаратуры, как правило, организуют по принципу регламентного, календарного и комбинированного обслуживания.

Цель ТО — определить техническое состояние системы автоматизации. Под техническим состоянием понимают степень его соответствия техническим условиям, определяемым технической документацией. Средства, с помощью которых производят диагноз технического состояния систем, называют средствами диагноза, а воздействия, предназначенные для проведения диагноза технического состояния и подаваемые на СА от средств диагно-



за,— тестовыми воздействиями. Для технической диагностики система, устройство, прибор могут иметь два состояния: работоспособность и отказ.

Различают контролирующие (проверяющие) и диагностирующие тесты. *Контролирующим тестом* называют входные воздействия, позволяющие осуществлять проверку работоспособности — исправности. Если элемент реагирует на воздействие, он исправен. *Диагностическим тестом* называют входные воздействия, позволяющие осуществлять поиск неисправности — определять отказавший элемент (реле, транзистор, конденсатор, резистор, микросхема и др.).

Состояние элементов СА определяет последовательность проверок, входящих в программу диагностики.

Проверка состоит из следующих этапов: установление отказа системы по изменению нормального функционирования и анализ признаков отказа, составление перечня неисправностей, которые могут вызвать отказ, и переход к поиску с целью определения неисправного элемента.

Для сокращения сроков поиска необходимо знать структуру построения средств автоматизации (объект диагностики), уметь разделить систему на независимые блоки и квалифицированно оценить результаты каждой проверки.

Современные средства автоматизации спроектированы с учетом требований диагностики, основным из которых является специальная техническая документация с контрольными точками, в которых нужно проводить диагностирование.

На практике используют несколько видов проверок:

поэлементную: определяют работоспособность каждого элемента в отдельности;

по модулям: определяют работоспособность отдельных блоков системы, каждый из которых состоит из ряда элементов; выявление отказавшего блока в этом случае означает завершение поиска неисправности;

по группам: устанавливают работоспособность группы элементов, образующих функциональные блоки в составе системы. Для каждого функционального блока составляют таблицу неисправностей, которая содержит исходные данные для построения программы диагностики конкретной технической системы и на базе ее разрабатывают диагностический тест.

Чтобы продиагностировать систему, достаточно произвести проверки, входящие в тест. Сигналы, входящие в контрольный тест, подают к входным устройствам системы (клеммники, штепсельные разъемы, зажимы печатных плат и др.).

При поиске неисправности подают на входы системы контрольные проверки, содержащиеся в диагностическом тесте, и сравнивают входную информацию с табличными данными. В случае расхождения этих сигналов система признается неисправной.

## § 35. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

К помещениям, где эксплуатируется вычислительная техника, предъявляют следующие требования: незапыленность, искро- и взрывобезопасность, соответствие уровня вибрации, температуры и влажности техническим условиям на устанавливаемую аппаратуру. Поэтому помещения, в которых размещают средства вычислительной техники, отапливают и их оборудуют установками кондиционирования воздуха.

Устройства средств вычислительной техники соединяют между собой кабелем через разъемы. Кабели с внешних устройств (датчиков, исполнительных механизмов, преобразователей, вторичных приборов) подводят к соответствующим шкафам (кроссам) с помощью разъемов или пайки.

Короба, куда закладывают контрольные кабели, кабели питания и контуры заземления, устанавливают в промежутке между первым и вторым полом. Кабельные каналы закрывают сварными решетками, покрытыми металлом, пластиком.

Правильность выполнения монтажных соединений проверяют по монтажным схемам и таблицам соединений прозвонкой: отключают напряжение питания и расстыковывают разъемные соединения. Монтажные соединения, которые находятся в удалении, проверяют двое. Свои действия по проверке электрических цепей они согласовывают с помощью телефона и низковольтного гальванического элемента. Проводами связи служат общая шина заземления и контролируемое соединение. После «прозвонки» цепей кабели вновь подсоединяют к устройствам, включают аппаратуру и проверяют схемы под напряжением.

При подсоединении внешних устройств (датчиков, вторичных приборов и исполнительных механизмов) к средствам вычислительной техники необходимо согласовывать полярности и нагрузочные мощности источников и потребителей сигналов.

В состав средств вычислительной техники входит инженерный пульт, с помощью которого имитируют автоматические устройства. Пульт снабжен средствами сигнализации, которые позволяют проводить проверку правильности функционирования устройства. Если инженерный пульт отсутствует, то в инструкции по наладке приводят перечень необходимых приборов для имитации режимов работы устройства и указывают способы их подключения к налаживаемому устройству. Методика проверки описана в инструкциях по наладке и эксплуатации.

После проверки и наладки отдельных устройств испытывают средства вычислительной техники в целом на возможность функционирования в нормальных условиях. Если испытания прошли удовлетворительно, составляется акт, который подписывают представители заказчика и наладочной организации.

По окончании наладки отдельных средств, входящих в АСУ ТП, приступают к комплексной наладке. При этом используют как установленную аппаратуру (вторичные приборы, указатели положения), так и дополнительную (осциллографы, вольтметры, потенциометры и др.).

Дистанционное управление исполнительными механизмами осуществляет оператор с помощью соответствующих ключей управления. Если УВМ (управляющая вычислительная машина) неисправна или находится в режиме наладки, оператор переводит ключ управления с режима «УВМ» на режим «Д» (дистанционное) и по указателям положения или вторичным приборам управляет исполнительными механизмами.

При наладке проверяют правильность действия всех устройств схемы, конечных и путевых выключателей, магнитных пускателей или усилителей, указателей положения.

Выполнение необходимых расчетов для формирования управляющих воздействий сводится к наладке соответствующей программы. Для этого имитируют входные сигналы и вводят их в вычислитель. Запускают соответствующую программу расчета и вводят на печать полученные показатели. В соответствии с контрольным примером должны быть получены правильные данные. Затем в машину вводят значения реальных датчиков и по полученным результатам определяют правильность наладки программы и отсутствие сбоев.

Проверяют значение сигнала на выходе УВМ и результат его обработки исполнительными механизмами: техническое состояние и работоспособность устройств в производственных условиях, стабильность и точность измерительных средств, выявляют причины неисправностей и устраняют эти неисправности, определяют количественные показатели надежности устройства.

Операторы вычислительной системы осваивают способы управления технологическим процессом с использованием средств АСУ ТП. Специалисты по ремонту и обслуживанию, программисты-математики осваивают средства материальной части системы и ее структурно-алгоритмическую часть.

Все работы на этой стадии проводит эксплуатационный персонал совместно с наладчиками и разработчиками. Во время эксплуатации осуществляется сбор данных по работе системы, отмечаются обнаруженные недостатки и способы их устранения. Данные, собранные во время опытно-промышленной эксплуатации, в течение 1—3 месяцев заносят в специальные журналы и таблицы.

Фиксируют дату и время отказа, тип отказавшего устройства, место и причины отказа, меры по его устранению, длительность ремонта, дату и время включения устройства после ремонта. Кроме того, регистрируют все замечания оперативного и обслуживающего персонала относительно эксплуатационных качеств

системы, удобства расположения средств отображения информации, органов настройки и управления, сигнализации, удобства связи операторов с другими участками управления, обеспеченности средств АСУ ТП запасными измерительными приборами и документацией.

С течением времени происходит разрегулировка параметров системы и снижается, таким образом, эффективность ее использования. Постоянные профилактические работы способствуют поддержанию системы на работоспособном эксплуатационном уровне, предупреждают отказы, возникающие из-за старения, износа и разрегулировки элементов системы.

Обслуживающий персонал контролирует параметры системы и отдельных устройств, выявляет неисправности и причины их появления, регулирует и заменяет отказавшие элементы.

При проведении профилактических работ УВМ отключают от системы. Последовательно проверяют устройства, входящие в УВМ. Коммутаторы, цифроаналоговые преобразователи проверяют на точность преобразования входного сигнала, устройства ввода-вывода (печатающие, лентопротяжные) смазывают, чистят все трущиеся части, заменяют изношенные, регулируют узлы; проверяют вычислительный комплекс (отдельно по каждому устройству и в целом). Для проверки самого вычислителя и работающих совместно с ним устройств УВМ применяют систему тестов — проверочных программ. Эта система тестов должна выявить отказавший элемент схемы.

Профилактические работы проводит тот же обслуживающий персонал, который занимается эксплуатацией УВМ.

Отказом называется неисправность, представляющая собой полную или частичную утрату работоспособности ЭВМ. Причиной отказа является выход из строя одного или нескольких элементов устройств. При отказе системы необходимо определить место неисправности и устранить его путем замены ячейки на работоспособную.

Под сбоем понимается случайное изменение состояния элемента, входящего в УВМ при достоверной входной информации.

Причиной сбоев могут быть внешние и внутренние помехи, приводящие к искажению обрабатываемой информации. Аппаратура системы при этом исправна, следует лишь определить место искажения информации.

Как правило, УВМ снабжается специальными средствами для автоматического контроля за неисправностью оборудования и обработкой информации: системой контроля и обнаружения сбоев и отказов, которая позволяет выявить неисправность с точностью до сменного блока с минимальными затратами времени.

Обнаружив и устранив неисправность в УВМ, осуществляют настройку того или иного блока или устройства в соответствии

с требованиями технических условий по методике, изложенной в техническом описании изделия. В инструкции указан перечень контрольно-измерительной аппаратуры и стендов, необходимых для проверки и настройки изделий. Все обнаруженные неисправности, причины их возникновения и результаты их устранения фиксируются в специальном журнале.

Причинами неисправностей могут быть нарушения температуры и влажности окружающей среды, перерывы в питании УВМ, отклонения напряжения питания от допустимых пределов, увеличение вибрации, помехи в цепях передачи информации, нарушения в контактах, разъемах и местах паек, отказы радиоэлектронных элементов (транзисторов, конденсаторов, резисторов и т. п.), нарушения правил эксплуатации.

Наиболее целесообразно организовывать централизованное обслуживание нескольких бетоносмесительных установок специальной бригадой инженеров и техников.

Включает, выключает и выполняет текущее обслуживание систем дежурный электрик. Структура технических средств любой системы управления позволяет обеспечить быстрый поиск, локализацию и устранение неисправности.

Для повышения ремонтпригодности системы, как правило, снабжены диагностическим стендом для проверки и ремонта микропроцессорных плат.

## **§ 36. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Эксплуатация приборов и средств автоматики должна производиться с соблюдением технических условий и инструкций по эксплуатации и действующих требований безопасности труда и правил противопожарной безопасности. При переносе или транспортировке подвижные части приборов закрепляют, а подсоединительные устройства защищают от загрязнения и влаги.

Особое внимание при эксплуатации системы автоматики уделяют смазыванию механических узлов и деталей: своевременно очищают фильтры и меняют масло, следят за тем, чтобы в систему не проникла влага.

Помимо соблюдения общих требований техники безопасности и противопожарной безопасности к автоматическим системам при эксплуатации и монтаже предъявляются особые требования: надежность заземления металлических корпусов и труб с проложенными в них проводами; запрещение замены и ремонта предохранителей и других деталей под напряжением.

Все работы с ртутью и радиоактивными веществами следует производить в специальных помещениях и в особой одежде, систематически проверяя содержание паров ртути в окружающей

среде и радиоактивность помещения, а также следя за герметичностью всех соединений.

При ремонте или замене узлов и деталей в системах контрольно-управляющей аппаратуры, находящейся под высоким давлением, в первую очередь отключают систему от источников давления, а затем снимают давление в элементах и принимают меры противопожарной безопасности.

Большое значение для предупреждения несчастных случаев имеет применение автоматических (электрических, фотоэлектрических, ультразвуковых и др.) средств обеспечения безопасности работ.

При эксплуатации автоматизированных бетоносмесительных установок и заводов соблюдают следующие требования:

все металлические части электроаппаратуры, не находящиеся под напряжением (щиты и пульты управления, датчики контроля и регулирования, конечные выключатели и т. д.), надежно заземляют к общему контуру заземления;

в силовые цепи электродвигателей или в цепи управления вводят контакты выключателей безопасности;

при ревизии двигателей или механизмов выключатели безопасности устанавливают в положение «Отключено»;

в схему управления конвейеров вводят блокировки от аварийных выключателей с натянутым тросом вдоль всей длины конвейера;

схемы автоматического управления оборудуют «нулевой» защитой запуска при исчезновении напряжения в блоке питания;

корпуса шкафов соединяют с контуром защитного заземления многожильным медным проводом сечением площадью 20 мм<sup>2</sup>;

провод заземления к шине заземления подключают пайкой или зажимом.

На конкретном примере (прибор контроля влажности песка ВПС-205) рассмотрим требования безопасности труда при эксплуатации некоторых приборов, применяемых в системах автоматизации бетоносмесительных установок и заводов.

Прибор по способу защиты человека от поражения электрическим током относится к классу 01 (ГОСТ 12.2.007.0—75). Зажим заземления не должен использоваться для закрепления частей прибора или проводов; заземляющий провод должен быть медным с сопротивлением не более 0,1 Ом (площадь сечения 2,5 мм<sup>2</sup>). Последовательное включение в заземляющий провод нескольких заземляющих элементов запрещается. Присоединяют заземляющий провод перед включением прибора в сеть. Зажим заземления должен иметь нестираемый при эксплуатации знак заземления. Электрическая схема должна исключать возможность самопроизвольного включения и отключения прибора.

1. Какие факторы отрицательно влияют на эффективность работы средств автоматизации? 2. Каковы функциональные обязанности службы КИПиА? 3. Какие операции включает в себя техническое обслуживание устройств и систем автоматизации? 4. Что общего между отказом и сбоем работы ЭВМ и чем они отличаются? 5. В чем особенности монтажа, наладки и эксплуатации средств вычислительной техники?

## ГЛАВА X

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ЗАВОДОВ**

Уровень автоматизации технологических процессов на бетоносмесительных установках и заводах должен быть технически целесообразен и экономически эффективен. Для реализации этого положения технологическое смесеприготовительное оборудование должно удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой эксплуатационной надежностью и долговечностью, обеспечивать высокую производительность при сравнительно небольших эксплуатационных расходах на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, выпускать бетонную смесь высокого качества, быть несложным и безопасным в эксплуатации.

Научно-технический прогресс выдвигает на первый план необходимость повышения экономической эффективности строительного производства, в том числе в процессе приготовления бетонных смесей и растворов. Успех определяется масштабами внедрения новейшей техники, использования достижений науки и передового опыта.

Основная задача автоматизации производственных процессов — реализация совокупности мероприятий, обеспечивающих создание автоматически действующих средств производства на базе передовой технологии с целью непрерывного роста производительности и качества результата труда при снижении себестоимости единицы выпускаемой продукции или производственной работы, т. е. снижения удельных приведенных затрат на эксплуатацию оборудования.

Надежность и долговечность — наиболее важные требования к смесеприготовительному бетонному оборудованию, подлежащему автоматизации. Под *надежностью* оборудования и средств автоматизации понимают его способность безотказно работать в заданных условиях с расчетной производительностью в течение экономически оправданного отрезка времени.

*Долговечностью* оборудования и средств автоматизации считается продолжительность их работы до таких изменений вследствие износа, которые делают дальнейшую их эксплуатацию экономически нецелесообразной и даже опасной.

*Техническая (паспортная) производительность* бетоносмесительной установки или узла — это максимально возможная в данных условиях производительность при непрерывной работе. В большинстве случаев эта производительность обеспечивается автоматизацией технологических процессов приготовления бетонных смесей и растворов, которая значительно снижает время простоев.

*Эксплуатационная производительность* — это фактически реализуемая производительность за весь отчетный период работы. Определяется технической производительностью за исключением простоев, вызываемых организационными причинами и неисправностями.

Автоматизация производственных процессов может дать максимальный эффект только при определенных условиях, связанных с поточностью и непрерывностью производства технологически однородной продукции, какими являются бетонные смеси и строительные растворы.

Такие поточные системы наиболее благоприятны для перевода их на автоматический режим работы.

Рассматривая технологический процесс приготовления бетонной смеси как объект автоматизации и диагностирования, следует отметить, что на эффективность его использования влияет несколько факторов.

Экономический эффект от автоматизации бетоносмесительных установок и заводов как одного из важнейших направлений технического прогресса в строительстве обеспечивается:

повышением эксплуатационной производительности оборудования бетоносмесительных установок и заводов за счет сокращения простоев и оптимизации их работы;

снижением трудовых затрат за счет уменьшения числа рабочих, обслуживающих технологическое смесеприготовительное оборудование;

улучшением и оздоровлением условий труда рабочих и обеспечением безопасности за счет устранения тяжелых и опасных операций и контроля за ходом технологического процесса;

повышением качества бетонных смесей и растворов за счет обеспечения контроля и соблюдения требуемых параметров и режимов работы технологического процесса и оперативной их корректировки;

увеличением срока службы и межремонтных циклов оборудования за счет создания оптимальных условий его работы;

сокращением материальных затрат и особенно расхода остродефицитного и дорогостоящего цемента за счет точного дозирования и использования тензометрических дозаторов.

Основные показатели экономической эффективности автоматизации, как и любой другой новой техники, — это себестоимость



единицы продукции, капитальные вложения в средства автоматизации, трудовые затраты на единицу продукции.

Автоматизация технологического процесса приготовления бетонных смесей требует дополнительных капитальных вложений в приборы и оборудование. Автоматизированный процесс (новая техника НТ), сравнивается с базовым БТ (без автоматизации) по приведенным затратам на автоматизацию и экономическому эффекту, который определяют на годовой объем продукции, получаемой в результате внедрения автоматизации.

Экономический расчет — необходимая и активная часть разработки любых новых технических решений, в том числе и систем, обеспечивающих автоматическую работу машин, механизмов и смесеприготовительного оборудования. Без должного экономического обоснования при разработке автоматических (и любых других) систем нельзя быть застрахованным от внедрения малоэффективных решений.

Общие методологические основы экономических расчетов установлены в СССР «Методикой (Основными положениями) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений».

Цели расчета экономической эффективности автоматизации машин, механизмов, агрегатов, технологических процессов следующие:

- выбор машин, агрегатов, участков производства и т. д., на которых внедрение средств автоматизации обеспечит наибольший экономический эффект для установления очередности автоматизации этих объектов;

- выбор наиболее экономически эффективного варианта технических средств автоматизации;

- определение годовой экономии от внедрения намеченных мероприятий по автоматизации;

- определение влияния осуществляемой автоматизации на показатели производственного плана.

Данные, характеризующие экономию трудовых ресурсов эксплуатационного предприятия, не могут служить единственным критерием объективной оценки установления очередности автоматизации определенных видов строительных работ. При планировании мероприятий по автоматизации работы оборудования следует учитывать связанные с этим дополнительные организационные и технические мероприятия.

Основные организационные и технические мероприятия по внедрению и успешному применению автоматизации такие:

- изменение структуры предприятия в соответствии с целями и задачами автоматизации (например, замена циклического процесса на непрерывный);

разработка оптимальной технологии приготовления бетонных смесей и растворов;

оснащение технологического процесса механизированными устройствами, т. е. минимизация ручных операций;

обеспечение требуемого уровня надежности автоматизированных систем.

Заданный уровень автоматизации технологических устройств и надежность их работы достигаются, во-первых, созданием эффективных средств автоматизации; во-вторых, квалифицированным обслуживающим персоналом, занятым их эксплуатацией.

Главный критерий эффективности — это снижение удельных приведенных затрат на конечную продукцию, выработанную по автоматизированной (улучшенной) технологии.

Рассмотрим упрощенный расчет экономической эффективности автоматизации бетоносмесительной установки СБ-45 с микропроцессорной системой управления и тензометрическими дозаторами и бетоносмесительного узла завода ЖБК с пневматической системой ЦИКЛ-БС.

**Бетоносмесительная установка СБ-145-3 с микропроцессорной системой управления.** Для сравнения в качестве базисного варианта используется бетоносмесительная установка СБ-145-2 с релейно-контактной системой автоматизации.

Система управления на базе микропроцессорной техники обеспечивает автоматизированное управление технологическим процессом приготовления бетонных смесей. Применение системы управления приводит к снижению коэффициента вариации прочности бетона на 4—10 % и уменьшению выхода бетонной смеси с подвижностью, не отвечающей требованиям, на 3—7 % (табл. 10—12).

Таблица 10. Исходные данные

Показатели	СБ-145-2	СБ-145-3
Производительность В, м <sup>3</sup> /ч	40	40
Масса М, т	50	44
Мощность электродвигателей, кВт	90	90
Цена общая Ц, р	60230	90230
в том числе цена микроЭВМ Ц, р	—	30000
Средний ресурс до списания Тр, маш.-ч	22000	22000
Периодичность, маш.-ч:		
текущих ремонтов	1000	1000
технических обслуживаний	250	250
число обслуживающего персонала и их ряд П, чел.	1-IV, 1-III	2-IV

Таблица 11. Калькуляция годовых текущих затрат

Статьи затрат	СБ-145-2	СБ-145-3
Заработная плата	5072	6792
Капитальный ремонт	9869	14776
Технические обслуживания и текущие ремонты	59	59
Материалы и запасные части	62	121
Электроэнергия	313	313
Смазочные материалы	42	42
Ремонт микроЭВМ	—	1500
Перебазировка	8250	8250
Перерасход цемента	40831	—
Общая сумма годовых текущих затрат	64498	30294

Таблица 12. Результаты расчета

Показатели	СБ-145-2	СБ-145-3
Затраты, р:		
капитальные	67457	101057
годовые текущие	64498	30294
Годовая эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /год	31409	31409
Число маш.-ч работы в году	2394	2394
Экономический эффект от применения одной машины, р	—	23870
Срок окупаемости, год	2,3	1,1

Односекционный бетоносмесительный узел завода ЖБК с системой управления ЦИКЛ-БС. Система дозирования компонентов бетонной смеси ЦИКЛ-БС для автоматизации БСУ по сравнению с электрической аппаратурой аналогичного назначения позволяет за счет повышенной точности дозирования не только цемента, но и заполнителей, поддерживать заданное соотношение между ними. Это обеспечивает экономию цемента до 3 % (табл. 13, 14).

Таблица 13. Техничко-экономические данные для расчета

Показатели	Един. изм.	Электро-аппаратура (аналог)	ЦИКЛ-БС
Число обслуживающего персонала, чел.-смена	м <sup>2</sup>	2	1
Занимаемая площадь		108	36
Стоимость оборудования	м <sup>3</sup>	14156	20800
Годовая производительность		118560	118560

Экономия по цементу при использовании системы дозирования ЦИКЛ-БС (руб.):

$$118560 \times 0,3 \times 0,03 \times 27,14 = 29000,$$

где 0,3 т — расход цемента на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси; 0,03 — 3 % экономия цемента; 27,14 руб. — стоимость 1 т цемента.

Таблица 14. Годовые текущие затраты, р

Показатели	Электро-аппаратура	ЦИКЛ-БС
Стоимость цемента	29000	—
Зарплата рабочих	8960	4480
Амортизационные отчисления:		
оборудование	2364	3474
строительная часть	208	69
Текущий ремонт:		
оборудования	1151	96
зданий и сооружений	31	10
Итого:	41714	8129

Годовой экономический эффект.  $\text{Э год} = Z_1 - Z_2$ , где  $Z_1$  и  $Z_2$  — приведенные затраты при эксплуатации аналога и ЦИКЛ-БС.

$Z_n = C + E_n K$ , где  $C$  — годовые текущие затраты по сравниваемым системам дозирования;  $K$  — капитальные затраты на сравниваемые системы;  $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,15.

Таким образом, получим:

$$\begin{aligned} \text{Э год} &= (41714 + 0,15 \times 14156) - (8129 \times 20800) = 43837 - 11249 = \\ &= 32,6 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

## ГЛАВА XI

### ЗАРУБЕЖНЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

В СССР применяются автоматизированные бетоносмесительные установки зарубежных фирм и особенно строительных фирм Финляндии. Рассмотрим некоторые установки.

В установках РАЛА (фирма «А-Элементи») электрические (тензо) весы с погрешностью взвешивания 0,1 ... 0,5 % связаны с системой управления, выполненной, как правило, на базе микропроцессора. В памяти системы может храниться от 50 до 200

и более рецептов бетонных смесей, вводимых в систему с помощью клавиатуры пульта управления. Автоматически производится коррекция состава (рецепта) в зависимости от фактической влажности заполнителей, а также перерасчет состава в зависимости от требуемого объема замеса. Система автоматизирует и обеспечивает контроль опорожнения дозаторов, определяет возможность реализации откорректированного рецепта и управляет процессом взвешивания с заданной точностью, а также опорожнением дозаторов и перемешиванием бетонной смеси. При возникновении недопустимых отклонений система останавливает цикл и выдает соответствующую информацию оператору.

В состав оборудования системы автоматизации входят регистрирующие (печатающие) устройства, обеспечивающие учет расхода материалов и производительности бетоносмесительного узла, а также результатов каждого цикла дозирования и подачи бетона каждому из клиентов (для заводов товарного бетона).

Автоматизация экономит сырье за счет уменьшения коэффициентов запаса, повышает производительность оборудования при обеспечении заданной однородности бетонной смеси. Существенно повышается оперативность учета и управления производством, уменьшается численность обслуживающего персонала.

Системы фирмы «Партек» оснащены различными датчиками, в том числе для контроля уровня материалов, влажности заполнителей, подвижности бетонной смеси; часть датчиков приобретается у фирм ФРГ.

Установки фирмы «Лохья» для приготовления сухих смесей, бетона и системы управления к ним отличаются высокой надежностью, обеспечивают расчет и коррекцию состава бетонной смеси до 100 рецептов, автоматизируют взвешивание, контроль допусков, корректируют величину опережения при дозировании, перемешивание и выдачу бетонной смеси. Автоматически контролируется заполнение силосов цемента и бункеров заполнителей, регистрируются сведения о расходе материалов и производительности установки. В составе системы работают автоматические влагометры и приборы для контроля пластичности бетонной смеси.

Микропроцессорная система управления фирмы «Лохья» построена по модульному принципу и совместима с мини-ЭВМ, осуществляющей управление производством всего завода (технологической линии). Система снабжена видеодисплеем, обеспечивающим максимальное удобство обмена информацией. Программное обеспечение системы отличается разветвленностью и отвечает самым высоким технологическим требованиям. Состав смеси может рассчитываться, исходя из имеющегося фракционного состава заполнителей.

Системы автоматизации фирмы «Лохья» обеспечивают различный уровень (степень) автоматизации технологического обо-

рудования бетонного завода и могут в процессе эксплуатации дополняться новыми функциональными блоками.

Система Бетонконтроль-02 болгарского научно-производственного предприятия «Автоматика» представляет собой средство для контроля и управления производством бетонных смесей различных марок и консистенции с различными видами цемента, заполнителей и химических добавок.

Модульный принцип построения, положенный в основу системы, позволяет подключать различные модификации дозаторов и бетоносмесителей; различные бункера добавок и силоса цемента; обеспечивать совместную работу с дозаторами воды и химических добавок.

Система обеспечивает ручное и автоматическое управление как с использованием сигналов от нейтронных датчиков влажности, так и задачей влажности вручную оператором.

Изучив настоящее учебное пособие, вы ознакомились с технологическим оборудованием бетоносмесительных установок и заводов и техническими средствами автоматизации приготовления бетонных смесей, используемыми на действующих мобильных бетоносмесительных установках и стационарных заводах.

Успешное усвоение материала в сочетании с практическими занятиями даст вам возможность квалифицированно обслуживать автоматизированные мобильные бетоносмесительные установки и стационарные заводы.

Вместе с тем ускорение научно-технического прогресса в области автоматизации, в том числе на базе микропроцессоров, требует постоянной работы с литературой и периодической технической информацией в этой области.

Для тех, кто захочет глубже изучить теоретические основы автоматизации технологических процессов на промышленных предприятиях, авторы рекомендуют ознакомиться с литературой, приведен список которой в конце книги.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Афанасьев А. А. Бетонные работы. М., 1986.

Барласов Б. З., Ильин В. И. Наладка приборов и систем автоматизации. М., 1985.

Горбунов В. Л и др. Справочное пособие по микропроцессорам и микроЭВМ для подготовки рабочих. М., 1988.

Каминский М. Л., Каминский В. М. Монтаж приборов и систем автоматизации. М., 1988.

Королев К. М. Передвижные бетоно-, растворосмесители и бетононасосные установки. М., 1986.

Мурадов Э. Г. Материалы для приготовления бетонной смеси и строительного раствора. М., 1987.

Слесарев Ю. М. Приготовление бетонной смеси и строительного раствора. М., 1989.

Тихонов А. Ф. Автоматизированные бетоносмесительные установки циклического действия // Бетон и железобетон. 1988. № 2.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	4
<i>Глава I. Бетон, строительный раствор и их составляющие . . . . .</i>	<i>6</i>
§ 1. Составляющие бетона и раствора . . . . .	6
§ 2. Бетонная смесь и строительный раствор . . . . .	8
§ 3. Классификация бетонов и растворов . . . . .	13
<i>Глава II. Смесители для приготовления бетонной смеси и строительного раствора . . . . .</i>	<i>15</i>
§ 4. Виды смесителей . . . . .	15
§ 5. Циклические гравитационные смесители . . . . .	20
§ 6. Циклические смесители принудительного действия . . . . .	23
§ 7. Гравитационный смеситель непрерывного действия . . . . .	29
<i>Глава III. Дозировочное оборудование . . . . .</i>	<i>31</i>
§ 8. Классификация . . . . .	31
§ 9. Циклические дозаторы . . . . .	33
§ 10. Дозаторы непрерывного действия . . . . .	45
<i>Глава IV. Автоматизированные бетоносмесительные установки и заводы . . . . .</i>	<i>48</i>
§ 11. Классификация . . . . .	48
§ 12. Циклические бетоносмесительные установки . . . . .	50
§ 13. Циклические бетонные заводы . . . . .	59
§ 14. Смесительная установка непрерывного действия СБ-109А . . . . .	63
§ 15. Установка для производства сухих смесей . . . . .	66
<i>Глава V. Основные принципы автоматизации бетоносмесительных установок и заводов . . . . .</i>	<i>68</i>
§ 16. Общие сведения об автоматизации . . . . .	68
§ 17. Основные задачи автоматизации приготовления бетонных смесей . . . . .	75
§ 18. Автоматическое дозирование компонентов бетонной смеси . . . . .	80
§ 19. Автоматизация процесса смешивания компонентов бетонной смеси . . . . .	84
§ 20. Устройства для определения влажности заполнителей бетонной смеси . . . . .	89
§ 21. Автоматизация процессов выдачи бетонной смеси . . . . .	95
<i>Глава VI. Автоматизация бетоносмесительных установок и заводов . . . . .</i>	<i>101</i>
§ 22. Общие сведения . . . . .	101
§ 23. Бетоносмесительные установки . . . . .	106
§ 24. Установки для производства сухих смесей . . . . .	117
§ 25. Бетоносмесительные заводы . . . . .	123
§ 26. Автоматизация приготовления бетонных смесей применением микропроцессорной техники . . . . .	127
<i>Глава VII. Автоматизация складских операций . . . . .</i>	<i>133</i>
§ 27. Общие сведения . . . . .	133
§ 28. Автоматизация складов цемента . . . . .	138

§ 29. Автоматический учет контроля расхода цемента на складах	147
§ 30. Автоматизация складов заполнителей . . . . .	150
<i>Глава VIII.</i> Основные сведения об автоматизированных системах управления технологическими процессами приготовления бетонных смесей . . . . .	157
§ 31. Общие понятия . . . . .	157
§ 32. Применение современных технических средств управляющей вычислительной техники для АСУ ТП . . . . .	162
§ 33. АСУ ТП дозирочно-смесительного отделения стационарного завода ЖБК . . . . .	165
<i>Глава IX.</i> Техническое обслуживание и эксплуатация средств автоматизации бетоносмесительных установок и заводов . . . . .	169
§ 34. Эксплуатация, техническое обслуживание и диагностика . .	169
§ 35. Эксплуатация средств вычислительной техники . . . . .	175
§ 36. Техника безопасности при эксплуатации средств автоматизации . . . . .	178
<i>Глава X.</i> Экономическая эффективность автоматизации бетоносмесительных установок и заводов . . . . .	180
<i>Глава XI</i> Зарубежные автоматизированные бетоносмесительные установки . . . . .	185
Заключение . . . . .	188
Список рекомендуемой литературы . . . . .	189