

УДК 666.98

М. Г. ОСМОЛОВСКАЯ, доцент, М. Н. ДОЛГАЧЁВА старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Приведен пример использования сложного унифицированного оборудования при автоматизации процесса приготовления химических добавок на заводах по производству сборного железобетона. Рассмотрены состав автоматизированного отделения приготовления химических добавок и факторы, определяющие необходимость внедрения этого оборудования на заводах сборного железобетона. При работе этого оборудования исключается ручной труд, обеспечивается герметизация технологического процесса, благодаря этому устраняется загрязнение окружающей среды. Проанализирована возможность и необходимость подключения автоматизированного отделения к единой системе управления технологическим процессом предприятия, что в целом позволяет повысить надёжность эксплуатируемого оборудования. Приведены пример использования этого оборудования в зимнее время и принцип его размещения на территории предприятия, а также примеры решения проблемы его внедрения на заводах сборного железобетона автоматизированного отделения.

**А**втоматизация производства сборного железобетона позволяет своевременно обнаруживать и устранять различные нарушения в ходе технологического процесса, поддерживать его оптимальные параметры, что способствует повышению качества выпускаемых изделий, росту производительности труда за счет сокращения численности обслуживающего персонала, повышает производительность оборудования. Наряду с этим автоматизация улучшает условия труда на предприятиях.

Система автоматического регулирования состоит из приборов [автоматического регулятора, чувствительного элемента (датчика) и регулирующих органов], а также технологических агрегатов и процессов, протекающих в них.

Регулируемые параметры (температура, давление и т. п.) измеряется чувствительным прибором, который преобразует измеряемую величину в сигналы и направляет их в автоматический регулятор. В зависимости от того, использует ли регулятор энергию давления жидкости, сжатого воздуха или электроэнергию, сигналы (и регуляторы) могут быть гидравлическими, пневматическими и электрическими. Регулятор анализирует поступивший сигнал и вырабатывает управляющее воздействие на регулирующие органы – исполнительные механизмы (вентили, заслонки, шиберы и т. п.).

Как автоматическое, так и ручное управление всеми процессами осуществляется дистанционно с центральных щитов, на которых сосредоточивается вся информация системы контроля и смонтирована аппаратура сигнализации, управления и регулирования. Со щитов управляющие воздействия передаются электроприводам транспортеров, питателей, дозаторов, а так-

же переключателям пневмоприводов задвижек, заслонок, шиберов и т. п.

Предусмотрены различные средства для автоматической сигнализации о тех или иных нарушениях в работе механизмов или ходе технологических процессов. Такова, например, предупредительная сигнализация и электрическая блокировка оборудования, обеспечивающая необходимую последовательность пуска и остановки отдельных механизмов; невозможен также пуск резервуара для приготовления рабочего раствора без предварительного включения паровой рубашки и погружного насоса.

Надёжность автоматического управления и регулирования определяется стабильностью работы оборудования и качеством сырья.

**Автоматизированное отделение приготовления химических добавок.** При производстве сборного железобетона все большее применение находят различные химические добавки.

В настоящее время на заводе «Гомельжелезобетон» на основе изучения опыта эксплуатации действующего оборудования на заводах сборного железобетона, а также с учетом мощности предприятий, сроков и объемов поставки химических добавок разработано и функционирует с 1996 года автоматизированное отделение разгрузки, приема, хранения, приготовления водных растворов, дозирования и подачи добавок. Проект отделения химических добавок разработан для бетоносмесительных узлов производительностью 35–50 м<sup>3</sup>/ч. В состав отделения входят участки:

– разгрузки железнодорожных цистерн, оборудованный краном с переносным пароподогревателем, установкой нижнего слива, фильтром очистки добавки, вертикальным цельносварным аппаратом с манометром, вакуумным и центробежным насосами, теплообменником и системой трубопроводов с арматурой, которая преду-

смаатривает как нижнюю, так и верхнюю разгрузку химических добавок из железнодорожной цистерны, подачу химической добавки в резервуары для хранения. В месте разгрузки цистерны между рельсами установлен сборник для проливаемой жидкости;

- хранения концентрированного состава химических добавок, который состоит из резервуаров хранения, представляющих собой вертикальные цельносварные цистерны, оборудованные погружными насосами, указателями верхнего и нижнего уровней, паровыми рубашками, и системы трубопроводов с арматурой;

- приготовления водного раствора химических добавок, состоящий из двух резервуаров приготовления, которые оснащены погружными насосами, паровыми рубашками, указателями уровня, трубопроводами подачи добавки, воды и раствора с запорной арматурой;

- подачи водного раствора химических добавок, включающий в себя систему трубопроводов с запорной арматурой для перекачивания растворов из резервуаров хранения в расходный бак, который установлен в бетоносмесительном узле, трубопроводов с арматурой для обратного слива добавки из расходного бака и подачи раствора в дозатор бетоносмесительного узла.

Для защиты оборудования от воздействия окружающей среды его размещают в закрытом помещении площадью 4×6 м. Отделение располагается в непосредственной близости от железнодорожных путей и бетоносмесительного узла завода. Концентрированный состав химических добавок поступает на участок разгрузки в железнодорожной цистерне, устанавливаемой над приемком, через верхний люк которой вводят установку верхнего слива. Затем включают вакуумный насос, создающий в системе разряжение, обеспечивая подачу химических добавок из цистерны по трубопроводу в вертикальный цельносварной аппарат, размещенный выше центробежного насоса, вместимость которого достаточна для заполнения его необходимым количеством добавки. После заполнения вертикального аппарата вакуумный насос отключают, и жидкость из аппарата самотеком, по трубопроводу подается в полость центробежного насоса до её заполнения. После заполнения полости насоса его включают и перекачивают химические добавки из железнодорожной цистерны в один из резервуаров участка приема и хранения. При разгрузке химических добавок из нижнего люка цистерны к нему подсоединяют приемную воронку установки нижнего слива, и химические добавки сливают самотеком в трубопровод. При заполнении центробежного насоса последний включают для подачи добавки в резервуары хранения.

В зимнее время, при низкой температуре воздуха, химические добавки, прибывающие на предприятие в цистерне, замерзают или густеют, и их невозможно выгрузить через нижний люк. В этом случае в верхний люк цистерны опускают переносной паронагреватель и разогревают химические добавки до заполнения ими полости центробежного насоса.

После выполнения операций центробежный насос включают в работу по запасной линии. Через теплообменник химическая добавка дополнительно нагревается и перекачивается обратно в цистерну. В результате этого происходит оттаивание и разжижение раствора. После полного разогрева в цистерне химическую добавку сливают в резервуары участка приема и хранения концентрированного состава раствора, представляющего собой вертикальные цельносварные ёмкости. Вместимость двух ёмкостей рассчитана для приема добавки из одной железнодорожной цистерны. При низких температурах окружающей среды химические добавки в резервуарах хранения разогревают пропусканием теплоносителя через регистр паровой рубашки. Для обеспечения однородной плотности и температуры по всему объёму резервуаров с помощью погружного насоса раствор перемешивают. Количество химической добавки, находящейся в резервуарах, определяют по показаниям датчиков верхнего и нижнего уровней.

Для получения рабочего водного раствора требуемой концентрации (10 %) добавку из цистерн участка приема и хранения погружным насосом подают в резервуар участка приготовления в количестве, определяемом уровнемером концентрированной добавки, а затем заливают воду, количество которой устанавливается уровнемером воды. Погружным насосом концентрированную добавку с водой перемешивают в резервуаре до получения однородного состава. После этого измеряют плотность полученного водного раствора добавки. При её несоответствии требуемой величине в резервуар добавляют концентрированную химическую добавку или воду в необходимых количествах. Резервуары используют последовательно: в одном резервуаре идет процесс приготовления водного раствора химической добавки, а из другого готовый раствор подается через систему трубопроводов в расходный бак бетоносмесительного отделения.

Необходимость заполнения водным раствором расходного бака устанавливается оператором бетоносмесительного отделения по показанию уровнемера. При переполнении бака раствор сливают по трубопроводам в резервуары участка приготовления, а при необходимости его полного

опорожнения используют специальный сливной трубопровод. Из расходного рабочего бака химическую добавку подают самотеком в дозатор добавок для автоматического дозирования.

**Аппаратура для автоматизации отделения приготовления химической добавки.** *Манометр-термометр-влажомер.* На современных заводах наряду с приборами для измерения температур широко применяются приборы для измерения давлений и разрежений. Эти приборы контролируют давления:

- воздушных и газовых потоков в обжигательных печах, угольных, сырьевых (при сухом способе производства) цементных мельницах, сушильных агрегатах, котельных установках;
- в системах сжатого воздуха пневматического транспорта;
- воды для приготовления сырьевой смеси;
- масла в смазочных системах.

Приборы для измерения избыточного давления жидкости, газа, пара используются в различных отраслях промышленности, в энергетике, в технологических системах транспортировки жидкости, тепло- и газоснабжении, в различных механизмах и машинах. Диапазоны измерений в зависимости от модификации: избыточное давление – от 300 кПа до 25,0 МПа; вакуумметрическое давление – от 100 кПа до 0,1 МПа. Классы точности – 1,5; 2,5; 4,0.

Автономный глубинный манометр-термометр-влажомер предназначен для проведения глубинных замеров параметров давления, температуры и влажности по заданной временной схеме с последующим хранением зарегистрированных данных в энергонезависимой памяти прибора. Возможности прибора:

- программирование абсолютного времени старта прибора и временной схемы записи параметров;
- одновременное измерение и запись в энергонезависимой памяти значений давления, температуры и влажности жидкости в скважинах;
- долговременное хранение зарегистрированных результатов исследований;
- возможность запуска прибора от кнопки (прямо на скважине) и по превышению давления;
- передачу данных в персональный компьютер для анализа и печати отчета при работе в комплексе со счетчиком СПС-2/СПС-3 и формирование отчета о распределении параметров по глубине.

Для более эффективной работы, манометр комплектуется блоком регистрации ГС-КПК-102.

*Вакуум-насос* (рисунок 1). Вакуумные насосы

серии SZO-00 применяются для всасывания воздуха, газов и паров химически активных, частично загрязненных соединений.

Водокольцевой вакуумный насос – это ротационная машина простого действия, которая транспортирует газообразную среду с помощью вращающегося водяного кольца. Водяное кольцо приводится во вращение рабочим колесом, эксцентрично расположенном в корпусе машины. При вращении водяного кольца происходит увеличение объема пространства между лопатками 1–5 и возрастает эффект всасывания. На клапанных распределительных щитах в этом месте сделаны всасывающие окна. В пространстве 5–1, наоборот, происходит уменьшение объема между лопатками, в связи с этим возрастает эффект сжатия, а в клапанных распределительных щитах сделаны нагнетательные окна.

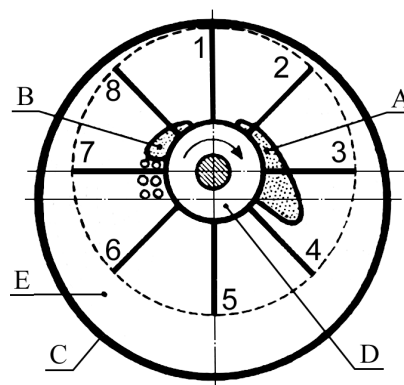


Рисунок 1 – Схема вакуум-насоса:  
А – всасывающее отверстие; В – нагнетательное отверстие;  
С – корпус; D – рабочее колесо; E – водяное колесо

Вакуум-насосы – горизонтальные вращающиеся машины простого действия. В зависимости от того, вытесняется или всасывается газ на одной стороне рабочего колеса или на обеих сторонах, вакуум-насосы разделяются на одно- и двухсторонние. Они отличаются простой конструкцией и небольшими размерами в плане. Вакуум-насосы состоят из двух основных рабочих частей – стартера и ротора.

Статор образован тонкостенным корпусом цилиндрической формы, внутренняя полость которого овальной формы. Статор эксцентрично установлен по отношению к ротору. Корпус двухсторонних вакуумных насосов закрыт с обеих сторон крышкой, на которой установлены клапанные распределительные плиты, закреплённые между собой планшетными клапанами. Всасывающие патрубки на крышке корпуса объединяются тройником в общий всасывающий патрубок, нагнетательные патрубки на крышке корпуса объединяются воздухоотделителем в один общий нагнетательный патрубок.

Односторонние вакуум-насосы имеют корпус такой формы, что он открыт лишь с одной сто-

роны. На другой стороне торцевая поверхность образована непосредственно в корпусе.

Крышка корпуса – это отливка кольцевой формы, оснащенная всасывающим и нагнетательным патрубками и лапами для крепления вакуум-насоса к раме. В крышке корпуса предусмотрены контрольные отверстия, которые служат для выбора зазора между рабочим колесом и распределительной плитой, а также для возможного устранения загрязнений из гидравлической части без демонтажа вакуум-насоса.

В крышке корпуса одновременно имеется распределительная система рабочей воды, необходимой для обводнения сальников и правильной работы вакуум-насоса. Ротор вакуум-насоса состоит из установленного на валу рабочего колеса и втулок. Он посажен в подшипниковых корпусах с обеих сторон машины на подшипниках качения. Вал уплотняется мягкими сальниками, расположенными по обе стороны в крышках корпусов, которые обводняются жидкостью прямо из внутренней полости вакуум-насоса. В пространстве сальника вал защищается втулками. Ротор установлен эксцентрично по отношению к внутренней полости корпуса. Рабочая вода в вакуум-насосе разделяется на добавочную и циркуляционную. Добавочная вода подается в вакуум-насос по подводящим трубкам. Система трубок выполнена таким образом, что ее можно подключить прямо к водопроводной сети.

Вода подается на нагнетательную сторону вакуум-насоса, представляя собой одновременно уплотнительный элемент между торцами лопаток рабочего колеса и клапанной распределительной плиты. В рабочем пространстве добавочная вода охлаждает рабочую воду, которая при сжатии нагревается. Часть воды вытесняется вместе с всасываемым воздухом в воздухоотделитель, из которого часть циркуляционной воды возвращается обратно в вакуум-насос, а часть поступает в слив. Добавочная вода должна быть механически чистой, кислотностью 6,5–7,5 рН, температурой 15 °С.

*Погружной насос* (рисунок 2). Погружные многоступенчатые насосы для чистой воды CALPEDA выполнены из нержавеющей хромоникелевой стали, крышка двигателя – из латуни. Гидравлическая часть внизу и двигатель сверху охлаждается перекачиваемой водой, что обеспечивает надежную работу даже при частично погруженном насосе. Фильтр на всасывании предотвращает попадание внутрь твердых тел диаметром более 2,5 мм.



Рисунок 2 – Погружной насос

Применяют насосы для водоснабжения из скважин, ванн или резервуаров. Используют их в быту, промышленности, садоводстве, для утилизации дождевой воды.

*Уровнемер* (рисунок 3) – прибор, предназначенный для измерения уровня жидкости и сыпучих материалов. Различают поплавковый, емкостной, контактный и магнитный уровнемеры.

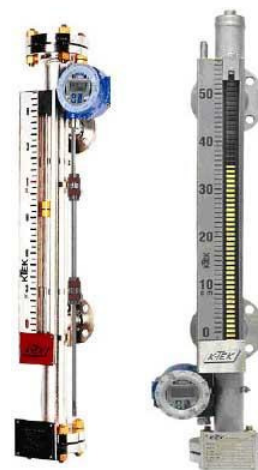


Рисунок 3 – Магнитный уровнемер KM26

Точность измерений – 0,01 %, температура – до +537 °С, давление – до 310 бар.

*Паровая рубашка.* Это камера, окружающая корпус теплообменного аппарата или цилиндр паровой машины, через которую проходит греющий пар. В теплообменных аппаратах она обеспечивает постоянную температуру стенок корпуса. Назначение паровой рубашки – поддерживать температуру стенок цилиндра примерно постоянной, близкой к температуре свежего пара, что снижает потери тепла на начальную конденсацию, происходящую при соприкосновении поступающего в цилиндр пара с менее нагретыми стенками цилиндра. Наличие паровой рубашки особенно важно для машин, работающих насыщенным паром, так как существенно повышает их КПД.

*Теплообменник* (рисунок 4). Это устройство для передачи тепла от нагретого (жидкого или газообразного) теплоносителя более холодному.

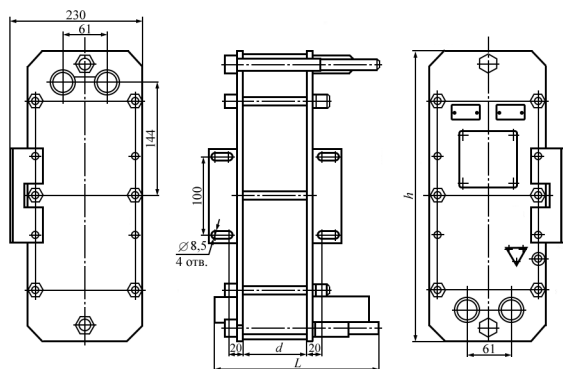


Рисунок 4 – Теплообменник R002-P-K-01

Существует много разных видов теплообменных аппаратов. В контактных (смесительных) теплообменниках потоки греющего и нагреваемого веществ приводятся в прямой контакт друг с другом. Типичный пример – струйный конденсатор, в котором разбрызгиваемая вода используется для конденсации водяного пара. В теплообменниках поверхностного типа теплоноситель и нагреваемая среда разделяются тонкой стенкой. Часть поверхности стенки, соприкасающаяся с греющим и нагреваемым потоками, называется поверхностью теплообмена.

**Заключение.** Основой любого производства является промышленное оборудование. Качество его работы определяет в конечном счете эффективность и конкурентоспособность предприятия. Важной современной особенностью состояния технологического парка предприятий является моральный и физический износ систем управления оборудованием задолго до физического износа самого оборудования, что не позволяет производить продукцию требуемого сейчас уровня качества.

Решением данной проблемы является либо полная замена существующего оборудования, что требует значительных капиталовложений, либо замена системы управления с одновременным ремонтом или модернизацией существующего оборудования. Второй вариант позволяет повысить качество выпускаемой продукции без лишних материальных затрат в более короткие сроки.

**Выводы.** Автоматизированная система управления приготовлением химической добавки обеспечивает:

- высокое качество выпускаемой бетонной смеси за счет обеспечения заданного её состава с

- учетом изменения влажности и температуры песка и смеси в бетоносмесителе и мощности электродвигателя бетоносмесителя;

- соблюдение заданной рецептуры и технологии производства бетонной смеси. Возможность документального подтверждения рецептуры каждой выпущенной партии бетона;

- отчетность по каждой дозе смеси с указанием необходимого по рецепту и фактически израсходованного сырья;

- производство бетонной смеси с необходимыми физико-механическими свойствами;

- соблюдение технологии производства бетона путем максимально возможного исключения ошибок оператора;

- экономия сырья (цемента, песка, щебня и добавок);

- учет цемента, песка, щебня, воды и химических добавок, а также произведенного бетона.

Внедрение на предприятиях сборного железобетона «Гомельжелезобетон» разработанного проекта позволяет повысить качество приготовления раствора добавки и бетонной смеси, исключить ручной труд, обеспечить герметизацию всего технологического процесса и за счет этого полностью использовать поступающие добавки, устранить загрязнение окружающей среды и создать комфортные условия труда рабочих, подключить автоматизированное отделение к единой системе управления технологическим процессом предприятия, обеспечить высокую надежность эксплуатации оборудования. Данную систему обслуживает один человек.

#### Список литературы

- 1 Шейнблит, А. Е. Курсовое проектирование деталей машин / А. Е. Шейнблит. – М. : Высшая школа, 2002. – 454 с.
- 2 Евдокимов, В. А. Механизация и автоматизация строительного производства / В. А. Евдокимов. – Л. : Стройиздат, 1991. – 295 с.
- 3 Бауман, В. А. Справочник по строительным машинам / В. А. Бауман, Ф. А. Лапира. – М. : Машиностроение, 1977. – 496 с.
- 4 Бессерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования / В. А. Бессерский. – М. : Наука, 1995. – 239 с.
- 5 Силенок, С. Г. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / С. Г. Силенок, А. А. Борщевский, М. Н. Торбовец. – М. : Машиностроение, 1990. – 465 с.
- 6 Горинштейн, Л. Л. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов / Л. Л. Горинштейн. – М. : Высшая школа, 1985. – 176 с.

Получено 25.11.2010

**M. G. Osmolovskaya, M. N. Dolgacheva.** The automated branch of preparation of chemical additives by precast concrete manufacture.

The example of use of the difficult unified equipment used at automation of process of preparation of chemical additives at factories on manufacture of precast concrete is resulted. Are considered structure of the automated branch of preparation of chemical additives. The factors defining necessity of introduction of this equipment at factories of precast concrete are considered. That at work of this equipment manual skills are excluded is thus considered, hermetic sealing of technological process is provided, thanks to it environmental contamination is eliminated. Possibility and necessity of connection of the automated branch to a uniform control system of technological process of the enterprise is analysed, that generally allows to raise reliability of the maintained equipment. The example of use of this equipment during winter time, and a principle of its placing for enterprise territories is resulted. The applied equipment for branch chemical additives and its configuration is considered. Examples of the decision of a problem of its introduction at factories of precast concrete of the automated branch are resulted.