

УДК 681.3

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ПРОИЗВОДСТВЕ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Джха Прабхакар, Джха Пунам

Эффективность управления производством в современных условиях в значительной мере определяется наличием методов и технических средств управления качеством продукции на всех стадиях технологического процесса [3 – 5]. Задачи управления качеством продукции, оптимизации технологических процессов решаются на базе комплексной автоматизации производства, широкого внедрения систем и средств автоматизации. Одним из основных условий успешного решения задач автоматизации производства является обеспечение систем автоматического управления технологическими средствами оперативного автоматического контроля параметров-характеристик автоматизированных технологических процессов – физических, химических и других величин, информация о которых необходима для обеспечения оптимального управления тем или иным процессом. Степень обеспеченности технологического процесса такими средствами наряду с уровнем механизации автоматизированного производства (процесса, передела) и достигаемые технико-экономические эффекты являются определяющими, а зачастую, и лимитирующими при оценке возможности и целесообразности организации автоматизированного управления, создания конкретных систем автоматизации в производстве сборного железобетона.

Автоматизация технологического процесса производства железобетона требует использования автоматизированных средств для контроля основных возмущающих воздействий и качественных характеристик железобетонных изделий, информация от которых может использоваться в целях оптимального управления производством.

При создании автоматизированной системы контроля и управления качеством в производстве сборного железобетона, как и в других отраслях, необходимо решить ряд научных и технических задач, связанных с выполнением основных этапов работ:

1. Провести изучение особенностей (идентификацию) объекта управления;
2. Сформулировать основные цели, ставящиеся перед создаваемой системой контроля и управления;
3. Выполнить технико-экономическое обоснование целесообразности создания АСУ ТП;
4. Разработать рациональную структуру системы;
5. Разработать алгоритмы обработки информации и управления;
6. Определить состав технических средств, необходимых для реализации системы, и подобрать серийно-выпускаемые; подготовить исходные требования на подлежащие разработке устройства и аппаратуру контроля и управления;

7. Создать новые устройства контроля и средства автоматизации; провести экспериментальные исследования по проверке принципов построения системы, разработанных алгоритмов, а также созданных средств автоматизации и приборов контроля;

8. Разработать проект системы, включая математическое и информационное обеспечение, а также комплекс технических средств;

9. Решить вопросы метрологического, а при необходимости и правового обеспечения системы;

10. Изготовить, смонтировать оборудование, провести пусконаладочные работы и ввести систему в опытно-промышленную эксплуатацию;

11. Провести приемочные испытания системы и ввести ее в постоянную промышленную эксплуатацию;

12. По результатам промышленной эксплуатации выполнить анализ технико-экономической эффективности системы, подготовить предложения по ее совершенствованию и тиражированию.

Следует подчеркнуть, что успех внедрения автоматизированных систем контроля и управления, в частности в производстве железобетонных изделий, обусловлен, в основном, тремя факторами:

1. Степенью изученности объекта управления и подготовленностью его к автоматизации.

2. Наличием точных высоконадежных и эффективных технических средств (в первую очередь, автоматического контроля), способных длительно работать в режиме Непосредственного управления производством.

3. Наличием соответствующего математического обеспечения и эффективных алгоритмов обработки информации и управления. В ряде случаев стоимость математического обеспечения составляет 50 ... 75% общих затрат на создание автоматизированных систем и существует тенденция к дальнейшему увеличению этой доли затрат.

Адаптивные методы прогнозирования

Одним из важнейших направлений повышения эффективности производства сборного железобетона является совершенствование существующих и разработка новых методов прогнозирования. При планировании технико-экономических показателей важной проблемой является повышение точности прогнозов не только на дальнюю, но и ближайшую перспективу [1 – 5]. Объективная необходимость повышения качества краткосрочных прогнозов привела к созданию и быстрому развитию адаптивных методов.

Адаптивными методами прогнозирования (АМП) называются методы, позволяющие строить самокорректирующиеся математические модели, которые, учитывая результат реализации прогноза, сделанного на предыдущем шаге, и различную информационную ценность членов динамического ряда, способны

оперативно реагировать на изменяющиеся условия и на этой основе давать на ближайшую перспективу более точные прогнозы.

АМП применяются там, где основной информацией для прогноза является отдельный временной ряд. В случае краткосрочного прогнозирования наиболее важными являются последние реализации исследуемого процесса, например данные о мощности на валу бетономесителя ряда последних замесов бетона одной рецептуры, тенденция его развития, сложившаяся в среднем на всем периоде предыстории, имеет существенно меньшее значение. Другими словами, свойство динамичности развития процесса здесь преобладает над свойством их инерционности. Вследствие этого более эффективным оказывается применение АМП, учитывающих неравноценность уровней временного ряда.

Для повышения качества краткосрочных прогнозов необходимо постоянно сопоставлять прогнозные оценки, полученные на основе модели, с фактическими данными. Практически все методы инженерного прогнозирования являются в той или иной степени адаптивными, поскольку стремятся использовать ценную информацию результатов сравнений с тем, чтобы приспособиться к реальному течению процесса. Однако в традиционных методах, использующих регрессионные модели, кривые роста, степень адаптации невелика, так как они, как правило, используют новую точку динамического ряда лишь для "освежения" модели путем простого перерасчета ее коэффициентов по увеличенному на единицу периоду предыстории. В этом случае ценность вновь поступающей информации с течением времени постоянно падает и, кроме того, не учитывается фактическая величина ошибки прогноза.

Первоначальная оценка параметров модели обычно осуществляется по некоторой выборке исходного ряда. Все уровни ряда составляют обучающую последовательность, т. е. используются для корректировки параметров текущей прогнозной Последовательность процесса адаптации, состоит в следующем.

Пусть модель находится в некотором исходном состоянии (т. е. определены текущие значения ее параметров) и по ней делается прогноз. По истечении одной единицы времени (шага моделирования) анализируем, насколько далек результат, полученный по модели, от фактического значения ряда. Ошибка прогнозирования через обратную связь поступает на вход системы и используется моделью в соответствии с ее логикой перехода из одного состояния в другое с целью большого согласования своего поведения с динамикой ряда. На изменения ряда модель должна отвечать "компенсирующими" изменениями. Затем делается прогноз на следующий момент времени и весь процесс продолжается до исчерпания фактических уровней ряда.

Таким образом, модель постоянно "впитывает" новую информацию, приспособляется к ней и к концу периода обучения отражает тенденцию развития процесса, существующую на данный момент.

Что касается правил перехода системы от одного состояния к другому, то этот процесс решается каждым исследователем интуитивно.

Быстроту реакции адаптивной модели на изменения в динамике ряда характеризует так называемый параметр адаптации. Процесс "обучения" модели по ретроспективному материалу происходит в два этапа. На первом этапе определяется наилучшая (оптимальная) величина параметра адаптации, а на втором, используя ее по описанной выше схеме, определяются коэффициенты модели.

Если оптимальную величину параметра адаптации затруднительно определить эмпирически или вывести аналитическим способом, то используют метод проб и ошибок. Задача состоит в нахождении такого значения параметра, которое обеспечивало бы отражение тенденции процесса при одновременной фильтрации случайных отклонений от нее.

Адаптивные модели достаточно гибки, но не универсальны. Поэтому при построении конкретных моделей необходимо учитывать наиболее вероятные закономерности развития реального процесса, динамические свойства ряда соотносить с возможностями модели. Исследователь должен закладывать в модель те адаптивные свойства, которых, по его мнению, хватит для слежения модели за реальным процессом с заданной погрешностью. Вместе с тем нельзя надеяться на успешную самоадаптацию модели, более общей по отношению к той, которая необходима для отражения реального процесса, так как увеличение числа параметров модели неизбежно приводит к ухудшению получаемых по ней прогнозов.

Таким образом, при построении адаптивной модели приходится выбирать между общей и частной моделью, и, учитывая их достоинства и недостатки, отдавать предпочтение той, от которой можно ожидать наименьшей ошибки прогнозирования. Только при таком условии можно надеяться, что последовательность проб и ошибок постепенно приведет к наиболее эффективной прогнозной модели.

Для сравнения возможных альтернатив необходим критерий полезности модели. В случае краткосрочного прогнозирования признанным критерием является средний квадрат ошибки прогнозирования. О качестве модели судят по наличию автокорреляции в ошибках. В более развитых системах процесс проб и ошибок осуществляется в результате анализа как последовательных во времени, так и параллельных (конкурирующих) модификаций модели. Здесь используется принцип конкуренции или автоматического отбора (селекции) прогнозной модели по заданному критерию.

Время в адаптивной модели не является фактором, причинно определяющим развитие исследуемого процесса. Оно является условным "представителем" всей совокупности причинных факторов и выражает эволюцию всего комплекса условий протекания процесса. За счет упрощенного представления исследуемой величины, которая связана с одним лишь фактором – временем, моделирование становится возможным даже при самой скудной информации.

Учитывая вышеизложенное, можно выделить следующие основные преимущества адаптивных методов и моделей, обеспечивающие широкое поле для их применения:

1. адаптивное прогнозирование не требует обширной информации, оно базируется на интенсивном анализе информации, содержащейся в отдельных временных рядах;

2. модель, описывающая структуру показателя и его динамику, как правило, имеет ясную экономическую интеграцию и простую математическую формулировку;

3. неоднократность временных рядов и их связей находит отражение в адаптивной эволюции параметров или даже в структуре додели.

В сравнении с системой регрессионных уровней адаптивные модели могут давать более надежные результаты при краткосрочном прогнозировании.

Однако сказанное вовсе не означает, что адаптивные модели могут заменить любые другие виды моделей. Они пригодны лишь для обработки рядов с умеренными изменениями во времени.

Технологические пределы

Технологический процесс производства железобетонных изделий достаточно сложен, включает в себя несколько переделов, каждый из которых находится под воздействием целого ряда переменных факторов – возмущений, изменяющих ход процесса и, как следствие, качество готовых изделий.

При производстве железобетонных труб основными переделами являются: изготовления арматуры, подготовки и сборки форм, формования изделий и их тепловлажностной обработки, распалубки и контроля качества готовых труб. Для формования труб используют ременную центрифугу с регулируемым числом оборотов. Бетонную смесь укладывают в формы ленточным питателем путем ввода его консоли с питающей лентой в форму и одновременного перемещения питателя по рельсовому пути. После окончания формования форму со свежесформованным изделием поворачивают в вертикальное положение и устанавливают на место тепловлажностной обработки труб. Режим обработки: выдержка при температуре цеха — 2ч, подъем температуры до 80 — 85 °С — 2 ч, изотермический прогрев — 8 ч и охлаждение в формах до распалубки — 2ч.

Готовую трубу после распалубки извлекают из формы и укладывают в цехе на специальные прокладки на месте их выдержки или на самоходную тележку и вывозят на склад готовой продукции.

Автоматизация, приведенных переделов, обеспечит оптимальное использование сырья, энергии и оборудования для достижения заданных параметров качества выпускаемой продукции.

Автоматизация производства

Процесс изготовления арматуры

Технологический процесс изготовления арматуры предусматривает, правку и резку арматурной стали, поставляемой в мотках и прутках, на стержни заданной длины, стыковую сварку и гибку стержней, сварку сеток и каркасов, укрупнительную сборку объемных арматурных блоков, транспортирование их и монтаж в формах.

На заводах по производству железобетонных конструкций и изделий применяют поточно-механизированные линии для заготовки и сварки арматурных изделий, включающие устройства для транспортных операций изделий в процессе изготовления.

Для автоматического управления циклически повторяющимися технологическими процессами необходимо формировать сигналы пуска и отключения исполнительных механизмов. Поэтому устройство управления этими процессами должно реализовывать соответствующий цикл, в каждом этапе которого оно формирует необходимый сигнал управления. Каждый из управляющих сигналов переводит машины в режим выполнения соответствующей ему технологической операции. Для определения моментов перехода от одного состояния в другое используются либо сигналы, снимаемые с датчиков положения исполнительных механизмов, либо элементы задержки.

Современный уровень развития средств автоматики позволяет автоматизировать работу не только отдельных составляющих технологического процесса изготовления арматурных сеток и каркасов, но и технологических линий, состоящих из станков.

Изготовление арматурных каркасов и закладных деталей – одна из наиболее трудоемких операций в производстве сборных железобетонных изделий. Для различных технологических процессов и видов изделий трудоемкость этих операций составляет 20...60%. Основные закладные детали и арматурные каркасы изготавливают непосредственно на заводах сборного железобетона в арматурных цехах.

Использование современных систем управления в арматурных машинах, реализованных на ЭВМ, позволяет не только повысить эффективность работы, но и благодаря возможности изготовления арматурных каркасов с произвольным переменным шагом существенно сократить расход стали. В перспективе технологическое оборудование арматурных цехов будет иметь возможность выпуска арматурных каркасов практически любой конфигурации, что позволит на стадии проектирования железобетонных изделий оптимизировать расход металла. Широкое использование управляющих вычислительных машин в системах автоматизации сварочных, гибочных и других станков при изготовлении различных закладных деталей, стропильных петель, хомутов является основной тенденцией автоматизации арматурных работ. С появлением роботов широко автоматизируются арматурные, операции, связанные с заправкой арматурной проволоки сборочные операции при изготовлении объемных арматурных стержней для предварительно напряженных железобетонных изделий и другие виды работ.

Для автоматизации внутризаводских транспортных операций созданы принципиально новые транспортные средства, транспортные работы.

В последние годы интенсивно развиваются автономные монорельсовые подвесные транспортные средства, снабженные автоматическими грузозахватами. Они управляют электронно-вычислительной машиной, команды от которой передаются в систему управления с помощью специальных троллеев, закрепленных на монорельсе, и пантографа.

На рисунке1 представлены в качестве примера сеть монорельсовой подвесной дороги, обеспечивающая автоматическую подачу в формовочный цех арматурных каркасов и закладных деталей. Управляющая вычислительная система ведет учет выработки арматурных каркасов и закладных деталей, наличия их в формовочном цехе, определяет, с какого арматурного или гибочного станка на какую формовочную линию, какой вагонеткой целесообразно (с целью оптимизации энергозатрат или времени на доставку продукции) осуществлять транспортировку, вырабатывает необходимые управляющие команды транспортными развязками и самой вагонеткой.

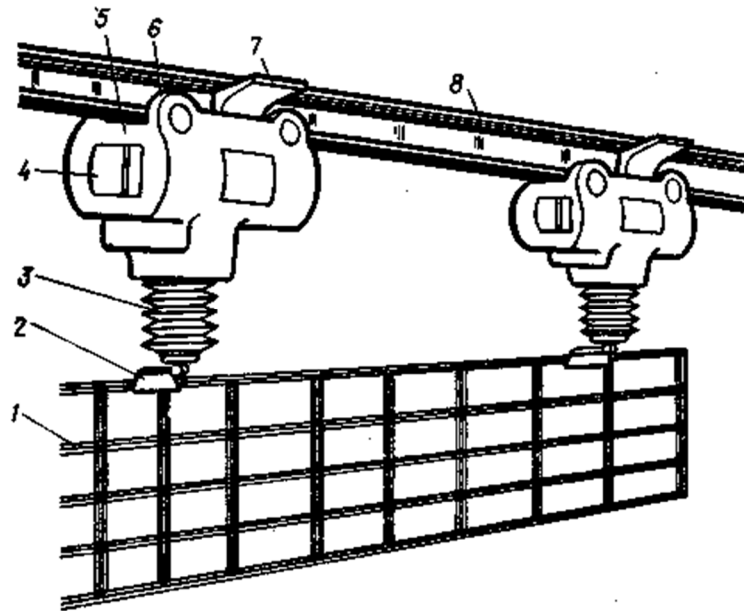


Рисунок 1 - Транспортировка арматурных каркасов или арматурных модулей

1 – пакет арматурных каркасов; 2 – грузозахват; 3 – подъемник; 4 – система управления; 5 – вагонетка; 6 – троллей; 7 – пантограф; 8 – монорельс

Управляющая система, обеспеченная средствами автоматической диагностики, прогнозирует возможный выход из работы механического оборудования, осуществляющего захват и транспортировку арматурных каркасов и закладных деталей, а также с целью предупреждения срывов технологического режима производства определяет сроки ремонта и профилактики. Высокая степень надежности механического оборудования, исполнительных механизмов, полная автоматизация производства и транспортировки позволяет существенно снизить трудоемкость процессов, устранить простои механизмов формовочного цеха, повысить в целом ритмичность производства.

Для использования роботов при автоматизации арматурного производства необходимо: обеспечить контейнеризацию арматурных стержней, арматурных каркасов и закладных деталей: использовать арматурные модули; разработать специальные захваты для промышленных роботов, обеспечивающих надежное перемещение элементов железобетонного изделия.

Процесс формования

Процесс формования — важнейший технологический передел, определяющий производительность всех линий. Задача контроля качества формования на базе формовочных машин — обеспечение требуемой плотности и качества отформованных изделий (плит перекрытий, дорожных плит, стеновых панелей и др.).

Операции, связанные с формованием железобетонных изделий, являются наиболее сложными, трудоемкими и вследствие наличия значительных вибраций — наиболее вредными для здоровья операторов и рабочих. Поэтому повышение производительности данного технологического передела является важнейшей задачей совершенствования технологического процесса в целом.

Полная автоматизация данного технологического передела базируется на обеспеченности его контрольно-измерительной аппаратурой, позволяющей определить комплекс технологических параметров процесса формования, таких, как качество зачистки и смазки форм, точность сборки форм, равномерность распределения бетонной смеси по форме, степень уплотнения бетонной смеси, качество затирки наружной поверхности и т. п.

При изготовлении железобетонных изделий бетонная смесь уплотняется и изделиям придается определенная геометрическая форма с помощью формовочного оборудования.

Уплотнение бетонной смеси центрифугированием применяют при изготовлении длинномерных, симметричных относительно продольной оси изделий, например, труб. Основное формовочное оборудование — центрифуги, бетонная смесь в которых уплотняется при вращении формы с заданной частотой.

Принципиальная схема автоматизации производства труб методом центрифугирования изображена на рисунке 2.

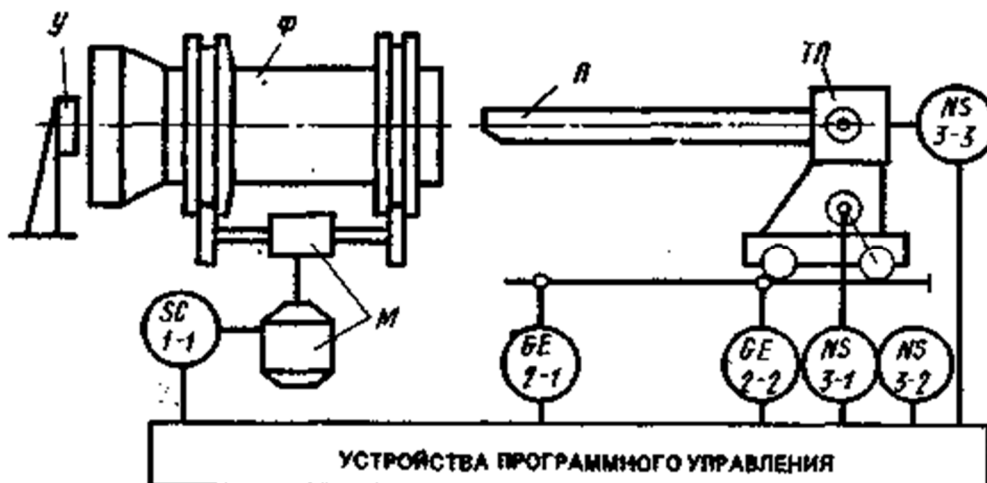


Рисунок 2 - Схема автоматизации производства труб методом центрифугирования

Ф – форма; П – питатель; ТП – тележка питателя; У – упор; М – привод вращения формы

Управление установкой производится следующим образом. После установки формы Ф с арматурой и заполнения бетонной смесью питателя П оператор включает устройство программного управления, которое с помощью магнитного пускателя 3-1 включает привод движения тележки питателя ТП вперед. Когда питатель займет рабочее положение, появляется сигнал путевого выключателя 2-1 и устройство программного управления отключает привод движения тележки. Ее крайнее положение ограничивается упором У. Одновременно с помощью магнитного пускателя 3-3 включается механизм загрузки. Регулятор скорости 1-1 переводит центрифугу в режим минимальной скорости вращения формы (М - привод вращения формы). В течение определенного интервала времени происходит загрузка во вращающуюся форму порции бетонной смеси и ее распределение.

После окончания загрузки с помощью магнитного пускателя 3-2 включается двигатель передвижения тележки назад, и регулятор скорости переводит центрифугу в режим вращения формы со средней частотой. При достижении тележкой исходного положения появляется сигнал конечного выключателя 2-2, и устройство программного управления с помощью магнитного пускателя 3-2 отключает двигатель передвижения. При вращении формы со средней частотой в течение установленного интервала времени происходит предварительное уплотнение бетонной смеси. Затем регулятор скорости, получив сигнал от устройства программного управления, переводит центрифугу в режим максимальной скорости. По истечении интервала времени, необходимого для окончательного уплотнения, цикл формования заканчивается.

Перспективы автоматизации передела формовки связаны также с использованием промышленных роботов. Это обусловлено тем, что полная автоматизация данного технологического передела связана с разработкой адаптивных систем управления исполнительными механизмами, характеристики которых по перемещению, скорости, грузоподъемности, точности соответствуют современным промышленным роботам и манипулятором.

Процесс тепловлажностной обработки

Тепловая обработка, обеспечивает ускоренное твердение отформованных бетонных изделий в специальных теплоагрегатах. Основная цель автоматического контроля и управления этим процессом заключается в соблюдении заданных режимов твердения бетона при минимальном расходе энергоресурсов.

Эффективность автоматизации тепловой обработки во многом определяется выбором регулируемого параметра, характеризующего ход процесса ускоренного твердения бетона.

Большинство существующих систем автоматического контроля и управления процессами тепловой обработки железобетонных изделий предназначено для регулирования процесса твердения (а также его контроля) по температуре теплоносителя (в объеме тепловой установки — камера-автоклав) или конденсата, отводящегося из отсеков термоформ, кассет или других установок, где прогрев бетона осуществляется без непосредственного контакта теплоносителя с бетоном.

Для контроля температуры при тепловлажностной обработке железобетонных изделий применяются в основном стандартные преобразователи и вторичные приборы, начиная от простейших промышленных стеклянных термометров до автоматических многоточечных мостов и потенциометров.

В качестве вторичных приборов в комплекте с термопреобразователями сопротивления могут применяться, кроме электронных мостов, логометры различных типов, в основном используемые для дистанционного контроля.

Мосты уравновешенные электронные автоматические предназначены для измерения, регистрации на ленточной или дисковой диаграмме и сигнализации температуры при работе с термопреобразователями различных стандартных градуировок. Выпускаются одно- и многоточечные мосты (до 12 модификаций) с различными скоростями движения ленточной диаграммы. Применение многоточечных электронных мостов обеспечивает возможность создания централизованных постов дистанционного контроля режимов тепловой обработки железобетонных изделий. Многоточечные мосты обычно входят в состав многоканальных систем автоматического контроля и управления тепловлажностной обработки железобетонных изделий.

В практике также применяют для контроля температуры тепловой обработки термоэлектрические преобразователи (термопары).

Практически автоматизация процесса тепловлажностной обработки изделий для установок периодического действия сводится к автоматическому программному регулированию температуры той или иной среды.

Для этого внедряют системы автоматизации тепловой обработки, использующие электронно-вычислительную технику, в том числе микро - и мини - ЭВМ, микропроцессорные контроллеры и т. п.

Дальнейшее совершенствование систем автоматического контроля и управления тепловой обработкой железобетонных изделий должно осуществляться в направлении оптимизации режимов на основе применения систем и средств электронно-вычислительной техники и аппаратуры физического, в первую очередь неразрушающего контроля в рамках общецеховых и общезаводских систем АСУ ТП и АСУП.

Заключение

Основная цель автоматизации производственных процессов – это обеспечение экономии сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, сокращение ручных операций, улучшение условий труда при управлении агрегатами, процессами и производством в целом, то есть повышение технико-экономических показателей технологического передела, цеха, предприятия.

Учитывая необычайно широкие возможности современной микровычислительной техники для автоматизации, в частности наличие компактных запоминающих устройств, обладающих большой емкостью и позволяющих хранить в них довольно

сложные программы управления, можно создать с помощью микропроцессорной техники машины с очень высоким уровнем автоматизации.

Микропроцессорная техника придает системам автоматического управления приготовлением бетонных смесей и растворов новую технологическую, функциональную, эксплуатационную гибкость и универсальность, простоту программирования и перепрограммирования при изменении состава технологического оборудования и самого процесса, сравнительную дешевизну и надежность работы систем управления. Новые средства автоматизации технологических процессов в строительстве имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными, как в части их построения, так и функциональных возможностей:

- простота перестройки системы с пульта управления за счет изменения программы при замене технологического оборудования и изменении условий производства (схемные решения заменяются программными);
- диагностика работы оборудования и тестирования отдельных элементов самих систем управления;
- широкая информация о технологическом процессе, контроле и учете материалов;
- оптимизация технологических процессов в целях уменьшения расхода сырья, топлива, энергии, снижения брака и др.;
- формирование и регистрация объективной технико-экономической информации (учет производительности, простоев, брака, расхода топлива и др.);
- высокая надежность и резкое сокращение нестандартного оборудования;
- появляется возможность постепенного вытеснения традиционных разнотипных средств локальной автоматики.

Список информационных источников

- [1] Автоматизация контроля качества изделий из бетона и железобетона /А.Э. Гордон, Л.И. Никулин, А.Ф. Тихонов. – М.: Стройиздат, 1991 – 300 с.: ил.
- [2] Автоматика и автоматизация технологических процессов при производстве строительных материалов, изделий и конструкций: Методические указания к выполнению курсовой работы / С.М. Максимова, Н.В. Дворянинова. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2005. – 81 с.
- [3] Остроух А.В. Автоматизация и моделирование работы предприятий по строительству промышленных объектов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06: защищена 07.04.09: утв. 19.06.09. - М., 2009. - 357 с.
- [4] Остроух А.В. Автоматизация и моделирование работы предприятий по строительству промышленных объектов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06. - М., 2009. - 43 с.
- [5] Остроух, А.В. Алгоритм генерирования комбинаций объектов при решении задачи моделирования строительного производства / А.В. Остроух, П.С. Рожин, М.Т. Савич // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2008. - №8. - С. 8-10.