

ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2015, No 2, pp. 155-162.

DOI: 10.12731/2306-1561-2015-2-13



Functional Diagram of the Device Retransmission Control Regroup Concrete Products

Andrey Vladimirovich Ilukhin

Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of «Automation Industrial Process».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. aviluhin@mail.ru

Vadim Israilevich Marsov

Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Automation Industrial Process».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. evmarsova@rambler.ru

Bui Cong Thanh

Republic of China, Postgraduate Student, Department of «Automation Industrial Process».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. alex123456789.a@yandex.ru

Mikhail Alexandrovich Astafiev

Russian Federation, Postgraduate Student, Department of «Automation Industrial Process».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. alex123456789.a@yandex.ru

Abstract. The article describes the process control device of structure of concrete, which allows you to determine the point of extremum characteristics measured the electrical conductivity of the concrete mix and, accordingly, to submit a control command to activate the vibrator for the implementation of the reorganization process of the concrete mix.

Keywords: structure formation, the cement gel reformation of concrete, bipolar pulse generator pulses of alternating current.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2015. – № 2. – С. 155-162.

DOI: 10.12731/2306-1561-2015-2-13



УДК 681.3

Функциональная схема устройства управления повторным переформированием железобетонных изделий

Илюхин Андрей Владимирович

Российская Федерация, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация производственных процессов».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, aviluhin@mail.ru

Марсов Вадим Израилевич

Российская Федерация, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизация производственных процессов».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, evmarsova@rambler.ru

Буй Конг Тхань

Китайская Народная Республика, аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, alex123456789.a@yandex.ru

Астафьев Михаил Александрович

Российская Федерация, аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, alex123456789.a@yandex.ru

Аннотация. В статье описывается устройство контроля процесса структурообразования бетона, которое позволяет определить точку экстремума характеристики измеренной электропроводности бетонной смеси и, в соответствии с

этим, подать управляющую команду на включение вибратора для реализации процесса переструктурирования бетонной смеси.

Ключевые слова: структурообразование, цементный гель, переструктурирования бетонной смеси, генератор разнополярных импульсов импульсы переменного тока.

1. Введение

Анализ современных методов тепловой обработки показывает, что имеются резервы для сокращения времени цикла. Это, в основном, обусловлено значительной продолжительностью цикла тепловой обработки изделий, достигающей в настоящее время до 18 часов. Основные нарушения структуры бетона при нагреве возникают в раннем возрасте под воздействием избыточных давлений, образующихся в порах материала из-за миграции жидкой фазы. При нагреве твердеющего бетона возникает движение жидкой фазы по направлению теплового потока. Мигрирующая жидкая фаза встречает на своем пути сопротивление и создает в порах твердеющего бетона избыточное давление, которое нарушает его структуру. Контроль за процессом структурообразования бетона может быть осуществлен многочисленными методами, как разрушающими образцы, так и неразрушающими

Управлять деструктивными процессами в период тепловой обработки можно с помощью технологических приемов, которые удлиняют цикл термообработки, приводя к значительному повышению стоимости продукции и снижению производительности.

Наиболее прогрессивными являются неразрушающие методы контроля процесса структурообразования бетона, так как в этом случае появляется возможность контролировать его непосредственно на производстве, при изготовлении изделия [1, 2].

2. Модели и методы

В основу методов неразрушающего контроля положен принцип получения информации о происходящих внутри изделия процессах с помощью измерения параметров, косвенно отражающих этот процесс, и регистрации этой информации различными измерительными устройствами,

Для внедрения в практику производства сборного железобетона наиболее эффективных способов ускорения твердения бетона необходимо разработать схему автоматизации процесса тепловой обработки. Одним наиболее эффективным методом, учета кинетики структурообразования бетона и управления процессом твердения бетона за счет его повторного вибрирования, которое должно производиться в момент достижения максимума электропроводности [3]. Для управления процессом повторного вибрирования необходимо создание специальных датчиков, регистрирующих вариации того или иного параметра бетонной смеси и отражающих кинетику ее твердения. Сигналы, поступающие с таких датчиков, должны быть преобразованы в управляющее воздействие процессом повторного вибрирования, причем без непосредственного вмешательства со стороны операторов.

Проведение повторного вибрирования в промежутки времени, определенный протекающими физико-химическими процессами, обуславливает прирост прочности бетона за счет устранения дефектов структуры, вызванных преимущественным развитием к этому времени кристаллизационной структуры продуктов гидратации алюминатной составляющей и реакции ее с гипсом. Кроме того, упрочнение достигается за счет уменьшения степени отрицательного влияния процессов контракции, седиментации, тепловыделения и более полной гидратации цементных зерен. Все это позволяет добиться повышения прочности в 1,5 раза, увеличить водонепроницаемость и долговечность [1, 2].

Многочисленные экспериментальные исследования показывают, что общая закономерность изменения проводимости бетонной смеси после затворения имеет вид, приведенный на рисунке 1а.

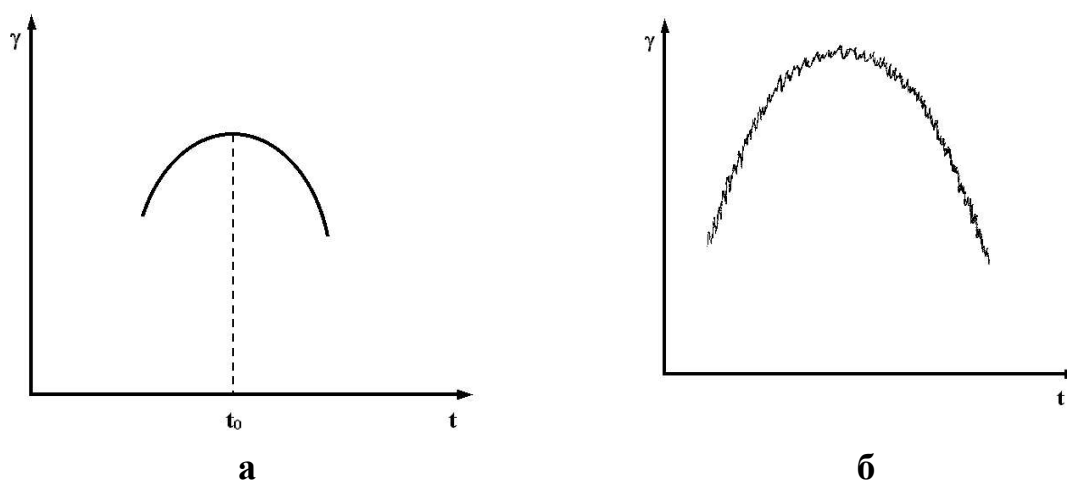


Рисунок 1 – Зависимость электропроводности бетонной смеси во времени

Как видно кривая имеет ярко выраженный экстремум, наступающий в момент времени t_0 . Именно этот момент соответствует точке на временной оси когда наступает так называемый «тиксотропный период», в который и необходимо производить переформирование бетонной смеси.

Таким образом, задача устройства контроля состоит в определении точки экстремума характеристики измеренной электропроводности и подачи команды на включение вибратора. Попытки использовать метод определения точки экстремума по изменению знака первой производной, не дали желаемого результата, поскольку на кривую медленно протекающего процесса изменения электропроводности наложены высокочастотные помехи. Реальное изменение электропроводности бетонной смеси по экспериментальным данным, полученным в НИИЖБе, приведено на рисунке 1б. Характеристика электропроводности сильно «зашумлена» помехами, что приводит к многократному изменению знака ее первой производной в течение всего процесса контроля, и делает затруднительным выявление реальной точки экстремума.

Необходимо сформулировать общий принцип функционирования автоматического устройства контроля структурообразования бетона, который

заключается в непрерывном измерении электропроводности бетонной смеси и анализе полученных данных с целью определения кинетики протекающего процесса и вмешательства в него для реализации повторного вибрирования [4 ... 10].

3. Результаты

Функциональная схема устройства управления повторным переформированием железобетонных изделий приведена на рисунке 2.

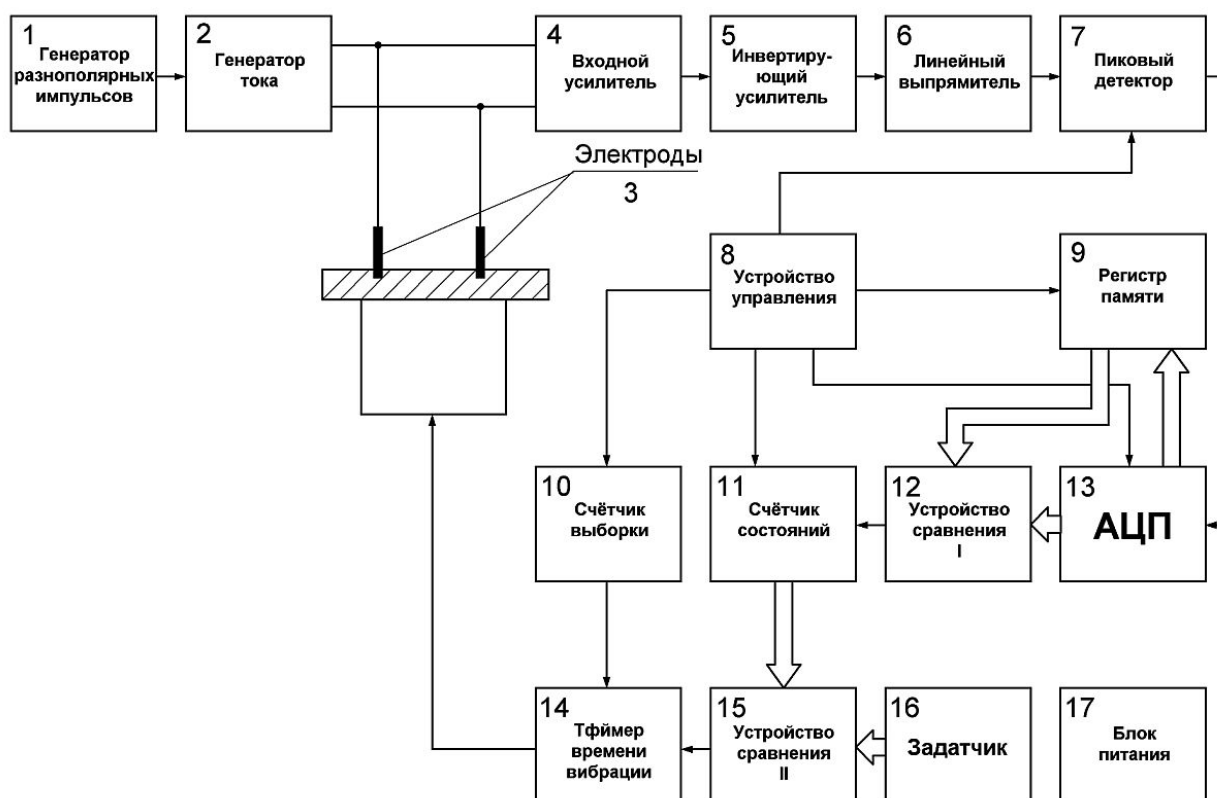


Рисунок 2 – Функциональная схема устройства управления повторным переформированием

Схема состоит из генератора разнополярных импульсов – 1; генератора тока – 2; датчика, в виде электродов – 3; входного усилителя – 4; инвертирующего усилителя – 5; линейного выпрямителя – 6; пикового детектора – 7; устройства управления – 8; регистра памяти – 9; счётчика выборки – 10; счётчика состояний – 11; устройства сравнения I – 12; аналого-цифрового преобразователя – 13; таймера времени вибрации – 14; устройства сравнения II – 15; задатчика – 16 и блока питания – 17.

Датчик представляет собой корпус, на котором размещаются два ряда конусообразных электродов, по три электрода в каждом ряду. Электроды каждого ряда соединены электрически параллельно и при помощи разъёма подсоединены к экранированному кабелю, который соединяется с устройством. Возможная конструкция датчика приведена на рисунке 3.

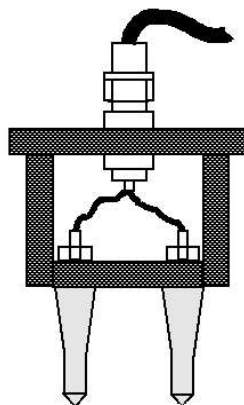


Рисунок 3 – Возможная конструкция датчика

Устройство управления повторным переформированием железобетонных изделий работает следующим образом:

Генератор разнополярных импульсов - 1 вырабатывает прямоугольные импульсы переменного тока симметричные относительно общего провода. Применение импульсов переменного тока позволяет исключить эффект поляризации, который наблюдается в среде, содержащей воду при пропускании через неё постоянного тока. Импульсы переменного тока поступают на генератор тока – 2, который вырабатывает сигнал совпадающий по форме с входным сигналом, но обладающий стабильной величиной тока. Поскольку для определения точки экстремума необходимо контролировать изменение сопротивления бетонной смеси, то используя сигнал со стабильным значением тока, изменение сопротивления будет соответствовать изменению напряжения на электродах – 3.

Импульсы переменного стабильного тока поступают на электроды – 3, с которых снимается переменное напряжение пропорциональное изменению сопротивления бетонной смеси. Это напряжение усиливается входным усилителем – 4, характерной особенностью которого является высокое входное сопротивление, что предотвращает его влияние на результаты измерения. Выход входного усилителя – 4 соединён с входом инвертирующего усилителя, который преобразует изменение входного напряжения в форму более удобную для обработки. С инвертирующего усилителя – 5 переменное напряжение поступает на линейный выпрямитель – 6, который линейно преобразует переменное напряжение в постоянное. Необходимость линейного выпрямителя обусловлена тем, что диоды, входящие в обычные мостовые выпрямители, обладают нелинейной характеристикой сопротивления в зависимости от амплитуды выпрямляемого напряжения. Линейный выпрямитель позволяет компенсировать эту нелинейность.

С выхода линейного выпрямителя постоянное напряжение пропорциональное изменению сопротивления бетонной смеси поступает непосредственно на экстрематор, в состав которого входят блоки 7...16.

Экстрематор функционирует следующим образом:

По команде устройства управления – 8, пиковый детектор - 7 запоминает значение напряжения поступающего с линейного выпрямителя – 6. Применение пикового детектора позволяет зафиксировать значение напряжения на время достаточное для его преобразования в цифровой код. Далее, при осуществлении первого измерения, устройство управления подаёт команду на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) - 13 для преобразования напряжения в цифровой код. Когда преобразование закончено, АЦП подаёт команду на устройство управления – 8, которое, в свою очередь, подаёт команду на регистр памяти – 9 для записи кода с АЦП. На этом процедура первого измерения заканчивается, после чего устройство управления – 8 изменяет настройки системы для проведения последующих измерений. Через одну минуту после проведения первого измерения устройство управления - 8 снова повторяет описанную процедуру, но после появления кода на выходе АЦП, соответствующего второму измерению, происходит сравнение результатов первого измерения, хранящегося в регистре памяти – 9, с результатами текущего измерения, находящегося на цифровых выходах АЦП – 13, при помощи устройства сравнения I. Если результат текущего измерения больше, чем результат предыдущего измерения, то по команде устройства управления – 8, в счётчик состояний записывается единица, в противном случае запись единицы не производится. После окончания процедуры сравнения устройство управления – 8 подаёт команду на счётчик выборки – 10, который увеличивает своё состояние на единицу, одновременно с этим результат текущего сравнения с выходов АЦП переписывается в регистр памяти. Далее, процедура соответствующая второму измерению повторяется десять раз.

По окончании десятого измерения счётчик выборки – 10 подаёт команду на устройство сравнения, которое сравнивает состояние счетчика состояний – 11 с заданным значением, устанавливаемым задатчиком – 16. При числе отсчетов в выборке $n=10$ и интервале между отсчетами равными 1 мин, минимальное соотношение, определяющее прохождение экстремума составляет $\frac{6}{4}$ (6 нулей и 4 единицы). Т.е. если после десяти отсчётов в счётчике состояний будет записано не менее шести единиц, то можно считать, что с вероятностью ошибки 0,000671 экстремум на кривой изменения сопротивления бетонной смеси наступил.

В этом случае устройство сравнения II - 15 подаёт команду на включение вибратора, а таймер времени вибрации – 14 задаёт время, в течение которого происходит вибрирование железобетонного изделия.

Если же за десять измерений состояние счётчика состояний – 11 будет меньше 6, то устройство управления - 8 обнуляет этот счётчик, а также счётчик выборки – 10. После чего осуществляются следующие десять измерений.

Описанная выше процедура повторяется до тех пор, пока не определится гипотеза прохождения экстремума (6 нулей и 4 единицы) и не будет выполнена операция повторного переформирования данного железобетонного изделия. После этой операции датчик извлекается из изделия, а образовавшиеся на нём отверстия заделываются раствором, после чего можно обрабатывать новое изделие.

4. Заключение

Разработанное устройство контроля процесса структурообразования бетона позволяет определить точку экстремума характеристики измеренной электропроводности бетонной смеси и, в соответствии с этим, подать управляющую команду на включение вибратора для реализации процесса переформирования бетонной смеси.

Список информационных источников

- [1] Комар А.Г., Баженов Ю.М., Сулименко Л.М. Технология производства строительных материалов. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
- [2] Лохер Ф., Рихартц Н. Особенности процесса гидратации цемента. / Труды шестого международного конгресса по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – 526 с.
- [3] Кельвин Ших. Биполярный преобразователь напряжения в ток. – Электроника, 1979, № 10, С. 66...67.
- [4] Вениаминов В.Н., Лебедев О.М., Мирошниченко А.И. Микросхемы и их применение. – М.: Радио и связь, 1989. – 240 с.
- [5] Николаев А.Б., Остроух А.В., Марсов В.И., Илюхин А.В. Сравнительный анализ систем экстремального регулирования процессов транспортирования нефтегазоводяной смеси // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 3 – С. 35-39.
- [6] Остроух А.В. Системы экстремального регулирования процессов транспортирования нефтегазоводяной смеси / А.В. Остроух, А.В. Илюхин, В.И. Марсов, П.В. Замыцких // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2012. – №5. – С. 1-4.
- [7] Марсов В.И., Колбасин А.М., Сарычев И.Ю., Курилин А.В. МОДЕЛЬ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 3(5). – С. 7-11.
- [8] Марсов В.И., Колбасин А.М., Сарычев И.Ю., Курилин А.В. МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 3(5). – С. 3-6.
- [9] Марсов В.И., Колбасин А.М., Цепкин П.А., Гришин А.А. МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗОНАНСНОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СИСТЕМЫ СО СРЕДОЙ // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4). – С. 106-110.
- [10] Марсов В.И., Колбасин А.М., Цепкин П.А., Гришин А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ РАССОГЛАСОВАНИЯ РЕЗОНАНСНОГО ВИБРАТОРА ПРИ НАГРУЖЕНИИ // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4). – С. 110-115.