



## ГРУППА КОМПАНИЙ ЭЛТИКОН



WWW.ELTICON.RU

WWW.ELTICON.RU



# ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ РЕКОНСТРУКЦИИ (НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА) ЗАВОДОВ КГД, ЖБИ, ЖБК, ОТДЕЛЬНЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ, КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ, ЭЛЕВАТОРОВ, ЛИНИЙ ДДС, БВМД, ПРЕМИКСОВ.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ЛИНИЙ ФОРМОВКИ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ, ЛИНИЙ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ, ЗДАНИЙ, ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ, КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ, ЭЛЕВАТОРОВ, ЛИНИЙ ДДС, ЛИНИЙ ПРОИЗВОДСТВА БВМД, ПРЕМИКСОВ.

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ПОЛНОСОБОРНЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАВОДОВ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ:

- СКЛАДОВ ИНЕРТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ЦЕМЕНТА, ИЗВЕСТИ;
- БСУ, БСЦ (ВКЛЮЧАЯ ОТДЕЛЕНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ХИМДОБАВОК);
- СИСТЕМ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ;
- ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОБОГРЕВА ИНЕРТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАГРЕВА ВОДЫ;
- РЕЦИКЛИНГОВЫХ УСТАНОВОК УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.

БОЛЕЕ **450** РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ И ПОСТРОЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В РОССИИ, БЕЛАРУСИ, КАЗАХСТАНЕ И УКРАИНЕ



ЗАО "ЭЛТИКОН"

105523, г. Москва, Щелковское ш., д. 100, корп. 108  
+7 (495) 287-48-76, 786-76-70

ООО «ЭЛТИКОН»

220125, г. Минск, пр. Независимости, 183  
+375 (17) 289-63-33, 289-61-69

ТОО "ALNICO TECH"

050002, г. Алматы, ул. Карасай Батыра, д. 180-40  
моб. +7 (702) 411-89-75, +7 (920) 108-81-41 (poc)



# ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОДВИЖНОСТИ БЕТОННОЙ СМЕСИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА

WWW.ELTICON.RU



ГРУППА КОМПАНИЙ **ЭЛТИКОН**



## Производство бетона для индустриального домостроения.

Современное формовочное производство (линии безопалубочного формования, линии циркуляции палетт и т.д.) предъявляет повышенные требования к качеству используемых бетонных смесей.

Важнейшей характеристикой качества любого производимого продукта (в том числе и бетонных смесей) является неизменность его технологических параметров от партии к партии.

Одним из основных интегральных параметров, позволяющих быстро выполнить анализ качества получаемой бетонной смеси является ее подвижность.

Соответственно, задачей бетоно-смесительного цеха (БСЦ) является производство и доставка до места конечного потребления (в данном случае формовочного производства) бетонных смесей с заданной и стабильной подвижностью.





## Факторы влияющие на подвижность бетонной смеси:

1. качество компонентов (соответствие рецептурным требованиям и ГОСТ 310.3, ГОСТ 310.4, ГОСТ 8736, ГОСТ 9758, ГОСТ 8269 и т.д.);
2. точное соответствие дозировок компонентов согласно рецепту (ГОСТ 10223-97 Дозаторы весовые дискретного действия. Общие технические требования);
3. соблюдение требуемого температурного режима приготовления бетонных смесей;
4. выполнение условий по гомогенности получаемой бетонной смеси (Технический комитет ТС 150-ЕСМ по эффективности бетономешалок);
5. минимизация и стабилизация времени доставки бетонной смеси от смесителя до места потребления;
6. исключение ошибок в доставке бетонных смесей.

Таким образом, видно, что нарушение хотя бы одного из перечисленных выше факторов в той или иной степени приведет к нестабильной подвижности бетонной смеси.

Следовательно, стабилизация подвижности бетонной смеси является результатом согласованного, комплексного подхода организации производства на БСЦ.

Далее рассмотрим подробнее практические аспекты реализации каждого из вышеперечисленных пунктов.





## Качество компонентов.

Качество компонентов, в конечном счете попадающих в бетонную смесь зависит от:

1. первоначального качества закупаемых компонентов;
2. условий транспортировки компонентов потребителю;
3. процесса загрузки компонентов в места длительного хранения;
4. условий хранения;
5. условий доставки до оперативных емкостей.

В рамках задач решаемых БСЦ можно обеспечить выполнение п. 3, 4 и 5, а именно:

1. предотвращение «загрязнения» или «пересортицы» компонентов в процессе разгрузки;
2. предотвращение влияния погодных условий (дождь, снег, ветер) на хранящийся песок и щебень с целью исключения сепарирования его физико-химического состава;
3. обеспечение надлежащих условий хранения и подготовки жидких хим. добавок;
4. предотвращение «пересортицы» компонентов на этапе их транспортировки из склада длительного хранения в оперативные бункера.







Точное соответствие дозировок компонентов согласно рецепту. Решение данной задачи на первом этапе подразумевает ответ на вопрос: «Какой вес компонентов необходимо дозировать?» Ответ – «согласно рецепту», был бы очевиден при постоянных физико-химических свойствах компонентов. На практике же мы имеем дело с постоянно меняющейся влажностью инертных материалов и периодически меняющейся плотностью легких наполнителей (например, керамзит) от партии к партии.

Проблема с плотностью легких наполнителей решается относительно просто применением объемно-весовых дозаторов. В зависимости от настроек программного обеспечения АСУ ТП автоматически будет рассчитываться плотность дозируемого материала либо перед каждой дозировкой, либо через определенное количество циклов, либо по требованию оператора.





## Учет изменения влажности инертных материалов.

Учет измерения влажности инертных материалов в идеальном случае необходимо было бы осуществлять на этапе их дозирования (песка и щебня). Поскольку влажность влияет на истинное (без учета воды) количество песка или щебня.

На практике такая схема не получила широкого распространения в связи с ее дороговизной, обусловленной:

1. необходимостью использования специальной конструкции дозатора, обеспечивающего постоянный поток материала мимо влагомера для получения корректных результатов;
2. необходимостью установки влагомеров на каждом бункере где возможно осуществление дозирования песка или щебня.

Поэтому на практике ГК «Элтикон» использует более простую схему измерения влажности смеси инертных материалов непосредственно в смесителе, без предварительной корректировки их доз в зависимости от текущей влажности.





## Эксперимент по стабилизации в/ц отношения. Цели и введение.

Данный эксперимент проводился специалистами ГК «Элтикон» в период с 21 сентября по 22 октября на первом смесителе БСУ-2 Гомельского ДСК.

Целью работы являлось определение причин, влияющих на качество работы системы стабилизации в/ц, границ ее применимости.

Система стабилизации в/ц представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для поддержания стабильного соотношения воды и цемента в бетонной смеси в соответствии с заданным рецептом.

Стабилизация в/ц осуществляется посредством корректировки дозы добавляемой воды, в зависимости от влажности загружаемых в смеситель инертных компонентов. Влажность смеси инертных компонентов (песок, щебень) измеряется посредством косвенного метода измерений (измеряется величина, функционально связанная с влажностью материала). Используется наиболее распространенный в настоящее время метод, основанный на применении микроволнового зонда.







## Эксперимент по стабилизации в/ц отношения. Условия проведения.

Для исключения случайной составляющей измерений, связанной с неконтролируемыми изменениями свойств инертных материалов, каждое исследование проводилось на одной засыпке инертных. При непрерывном смешивании засыпанных материалов в смеситель, осуществлялась серия измерений влажности полученной смеси.

Параметры инертных составляющих рецепта, на котором проводились измерения:

- песок – 740 кг/м<sup>3</sup>;
- щебень – 1100 кг/м<sup>3</sup>.

Данные калибровки зонда влажности (Hydronix):  
приращение показаний на 19.24 соответствует приращению воды на 1л;  
заданная влажность сухой смеси 64.19 л/м<sup>3</sup> (соответствие коду АЦП – 3620).

Было проведено две серии независимых исследований (Рис. 1 и Рис. 2.)  
На графиках по оси X откладывается порядковый номер измерения, по оси Y - значения результата аналого-цифрового преобразования сигнала, снимаемого с зонда.





WWW.ELTICON.RU

## Эксперимент по стабилизации в/ц отношения. 1-ая серия.

Первый этап каждого исследования соответствует измерениям, проводившимся на сухой смеси инертных материалов (во второй серии исследований системой стабилизации воды песочного влагомера было добавлено 12.5л воды). Вторым этапом исследований заключался в серии измерений, проводившихся после долива в смеситель известного количества воды. Результаты измерений после выполненных доливов воды (30л и 50л в первой серии исследований, 20л и 30л во второй серии исследований) представлены на графиках Рис. 1 и Рис. 2.

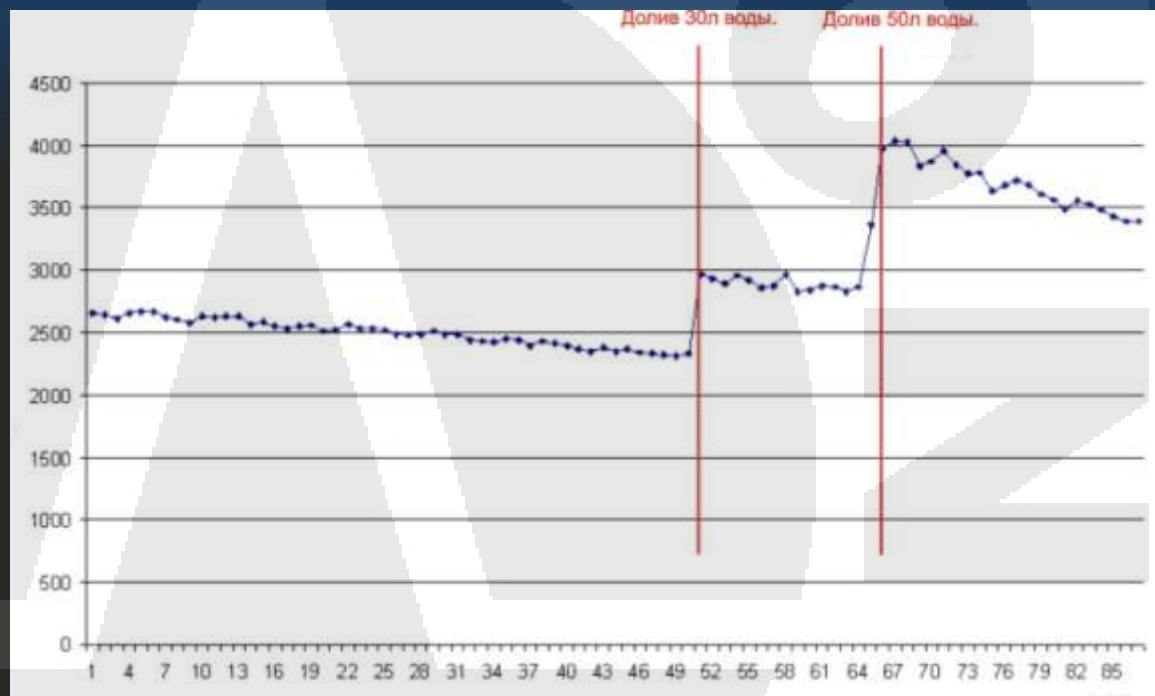


Рис. 1. Первая серия исследований.



ГРУППА КОМПАНИЙ

ЭЛТИКОН



## Эксперимент по стабилизации в/ц отношения. 2-ая серия.

Значения результатов измерений подтверждают количество доливаемой воды в соответствии с калибровочными данными зонда влажности.

После долива воды на всех графиках можно наблюдать плавное уменьшение влажности смеси, соответствующее естественному испарению воды из смесителя, вследствие смешивания инертных материалов в течении длительного времени и их разогрева.

Разность близко отстоящих друг относительно друга показаний зонда влажности находится в пределах 5 литров на м<sup>3</sup>. Эти данные укладываются в погрешность зонда Hydronix, указанную производителем (0,3% абсолютной влажности смеси, что на куб составляет 5.52л).

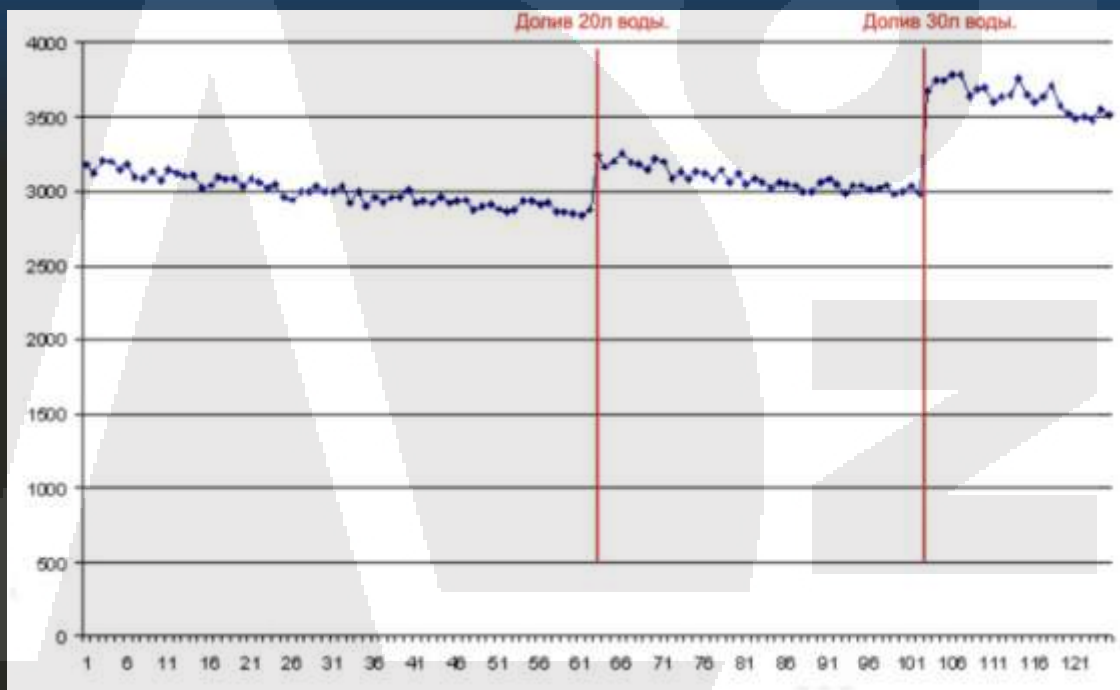


Рис. 2. Вторая серия исследований.







## Эксперимент по стабилизации в/ц отношения. Физика процесса.

По оси X откладываются порядковые номера измерений, по оси Y – значения результата аналого-цифрового преобразования сигнала, снимаемого с зонда

Область «1.» соответствует моменту, когда смесь «наваливается» лопаткой смесителя на зонд. Следующий за данной областью провал получается в результате очищения зонда лопаткой. Область «2.» соответствует интервалу времени, когда зонд, очищенный лопаткой, не покрыт смесью. Область «3.» соответствует интервалу, когда смесь наваливается соседней лопаткой. Область «4.» соответствует интервалу, когда смесь очищается с зонда соседней лопаткой. Лопатки смесителя расположены с перекрытием, поэтому над зондом проходят две лопатки, с различной степенью его покрытия.

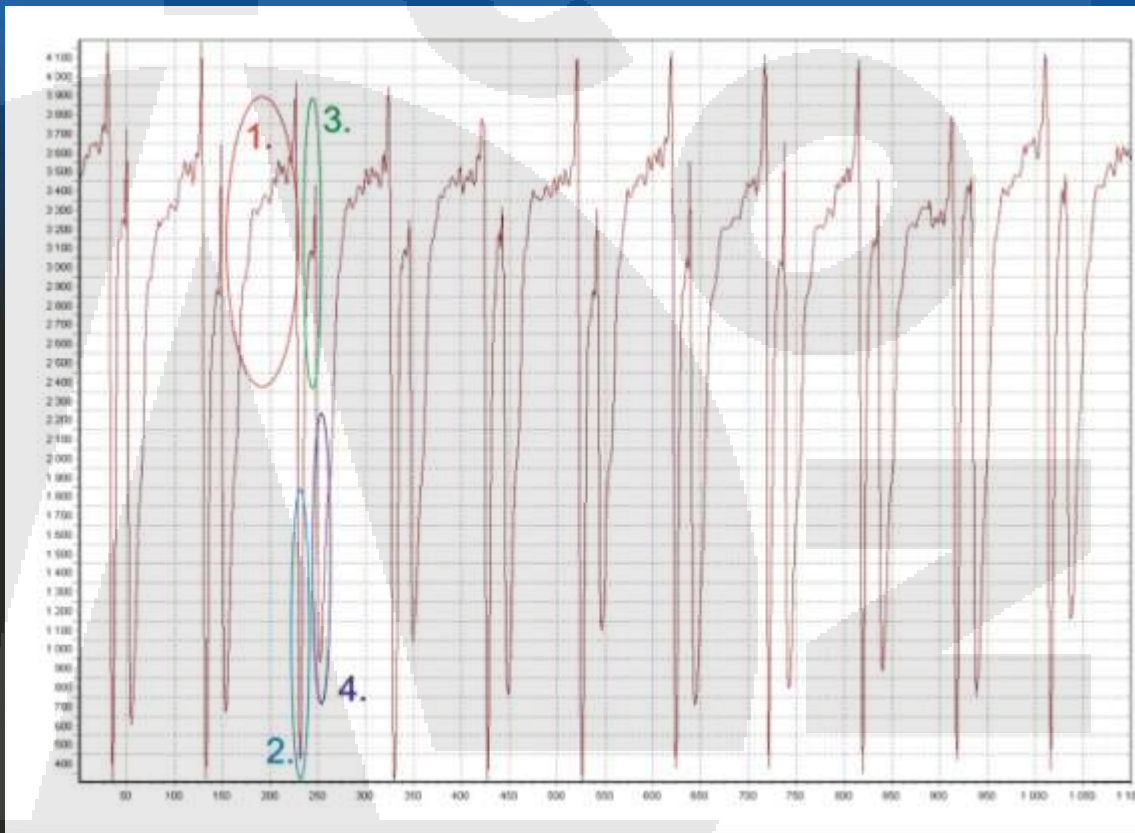


Рис. 3. График изменений показаний влажности сухой смеси.





## Эксперимент по стабилизации в/ц отношения. Физика процесса II

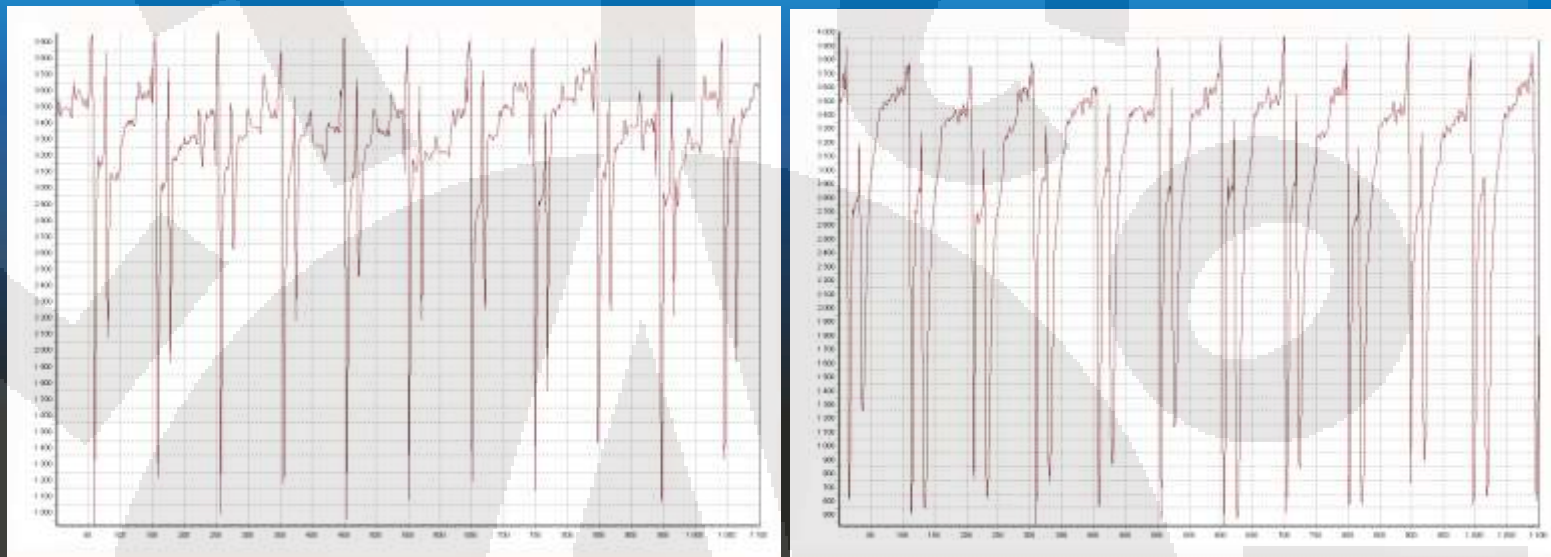


Рис. 4, 5. Графики изменения показаний влажности сухой смеси для двух идущих подряд замесов.

На Рис. 4 – 5 приведены графики, отображающие процесс измерения влажности для двух идущих подряд с интервалом в 4 минуты замесов одного и того же рецепта, при постоянной влажности инертных материалов. Из графиков видно, что в двух замесах изменилась кинематика смеси. Процесс наваливания смеси на зонд имеет различный характер. Очевидно, что это связано с изменением вязкости смеси инертных материалов. Причиной таких изменений является существенное различие физико-химических характеристик материалов.



ГРУППА КОМПАНИЙ

# ЭЛТИКОН



## Эксперимент по стабилизации в/ц отношения. Выводы. Выполненные исследования показывают, что:

- тракт измерения влажности работает стабильно при одинаковых свойствах инертных материалов, обеспечивая разброс результатов в пределах  $\pm 2.0 - 3.0$  л/м<sup>3</sup> (соответствует паспортным характеристикам влагомера);
- дополнительные погрешности измерения влажности смеси возникают вследствие нестабильности и (или) несоответствия характеристик материалов требованиям стандартов, на момент их применения на БСЦ.

### Вывод:

- для обеспечения повторяемости результатов, как и любая другая измерительная система, систем стабилизации в/ц отношения требует организации стабильной среды измерений;
- чем нестабильнее физико-химические показатели инертных материалов от замеса к замесу, тем хуже будет повторяемость результатов измерений;
- при невозможности организации стабильной среды измерений, рекомендуется использовать систему стабилизации в/ц в качестве экспертно-управляющей системы. Она «предлагает» осуществить дозировку рассчитанным количеством воды, а оператор на основании дополнительной информации и опыта принимает решение.







**Требования к хранению и доставке инертных материалов – как важнейшая часть организации постоянной среды производства бетона.**

**Цель: доставить в бетоносмеситель инертные материалы и цемент качества, соответствующего ГОСТ-овским требованиям.**

**Основные проблемы:**

**а) Пересортица инертных материалов, при:**

1. разгрузке песка и щебня с высокого пути;
2. отсутствие отдельных бункеров для хранения разных фракций инертных материалов;
3. отсутствие АС, управляющей механизированной разгрузкой инертных материалов.

**б) Сепарирование инертных материалов, при:**

1. хранении под открытым небом под действием дождя, снега и ветра;
2. загрузка песка без высеивания (в одной точке).

**в) Попадание в смеситель воды в состоянии, в котором она не может быть обнаружена микроволновым влагомером:**

1. в виде льда;
2. в виде физически связанной воды.





## Развитие концепции экспертных систем.

Рассмотренная выше система стабилизации в/ц отношения является средством стабилизации подвижности бетонной смеси посредством обеспечения рецептурного значения дозировки воды и инертных материалов (в случае применения датчиков влажности на этапе дозировки).

Другим способом является оценка подвижности бетонной смеси в смесителе и предоставление оператору информации для принятия соответствующих решений, на основании следующих косвенных методов измерений, а именно:

- измерение силы сопротивления, создаваемой смесью на лопатку смесителя;
- измерение затрат мощности на смешивание компонент бетонной смеси;
- предоставление оператору визуальной информации о процессе смешивания.

Первый способ не получил достаточно широкого распространения из-за его относительной дороговизны.

Второй способ имеет несколько решений, различающихся качеством получаемых данных и соответственно стоимостью (получение информации о нагрузке непосредственно с вала смесителя, измерение активной мощности, измерение потребляемого тока).

Третий способ при относительной простоте реализации предоставляет грамотному оператору инструмент, позволяющий в подавляющем большинстве случаев обеспечить стабильное качество выпускаемой бетонной смеси.





## Система визуального контроля процесса смешивания в бетоносмесителе.

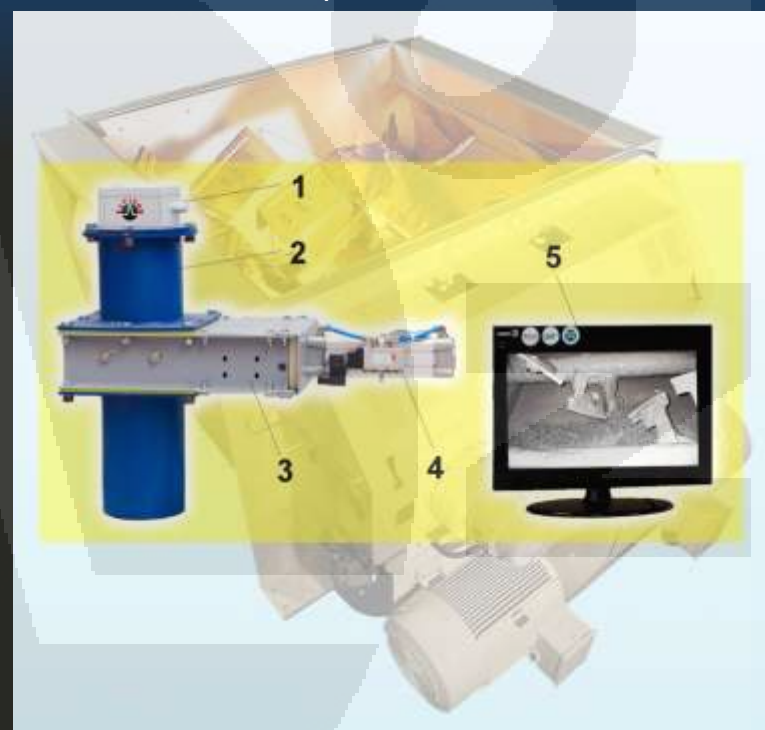
Система визуального контроля позволяет оператору, удаленно с пульта управления в операторской, оценивать качество и подвижность бетонной смеси в смесителе до момента его разгрузки.

Основные преимущества:

- полный визуальный контроль всего объема смесительной камеры;
- возможность оптимизации процесса перемешивания и выгрузки по результатам визуального контроля;
- высокое качество видеоизображения, ИК-подсветка.

Система включает: стальной цилиндрический корпус (2) с высококачественной цветной видеокамерой с инфракрасной подсветкой, запирающую ножевую заслонку (3), пневматический привод (4), блок питания (1) и телевизионный приемник с цветным ЖКИ-монитором (5).

АСУ ТП БСУ осуществляет автоматическое управление ножевой заслонкой в зависимости от текущей стадии процесса протекающего в смесителе, обеспечивая тем самым сохранность оборудования.







**Соблюдение требуемого температурного режима приготовления бетонных смесей.**

Данное требование особенно актуально для работы в зимний период.

Необходимо предотвратить попадание льда для корректной работы влагомера.

Также, для соблюдения всего дальнейшего технологического цикла формирования, температура поступающей на производство бетонной смеси должна находиться в допустимых пределах.

Данная задача решается посредством следующего комплекса мер:

- установка автоматизированной системы размораживания и подогрева инертных материалов в складах длительного хранения;
- установка системы размораживания и подогрева инертных материалов в накопительных бункерах БСЦ;
- управление посредством АСУ ТП процессом смешивания горячей и холодной воды для получения воды требуемой температуры.





## Выполнение условий по гомогенности получаемой бетонной смеси.

Обеспечение условий получения стабильной гомогенной смеси достигается за счет:

- управления процессом ввода компонентов в бетоносмеситель (порядок ввода и временные задержки между вводом различных компонентов согласно технологическим требованиям);
- применением высококачественных смесителей, гарантирующих требуемую гомогенность смеси за минимальный период времени;
- подбор смесителя в зависимости от типа требуемой бетонной смеси.

Как уже было показано ранее, экспериментально определено, что долгий процесс смешивания в смесителе приводит к измельчению крупных фракций щебня и как следствие, изменению физико-химических свойств получаемой бетонной смеси.





## Минимизация и стабилизация времени доставки бетонной смеси от смесителя до места потребления.

Данное требование особенно важно для жестких бетонных смесей, критичных к содержанию воды.

В летний период, при высокой температуре в цехе, задержка времени доставки бетонной смеси на 10 - 20 мин. Может привести к испарению нескольких литров воды. Тем хуже, что данный показатель зависит от множества факторов (температура и влажность воздуха в цеху, температура бетонной смеси, объем транспортируемой бетонной смеси и площадь соприкасаемой с воздухом поверхности) и тем самым трудно прогнозируем.

Очевидно, что выполнение данного требования может быть реализовано в общем случае только посредством внедрения на предприятии автоматизированной системы адресной доставки. С целью минимизации влияния человеческого фактора, такая система адресной доставки должна обладать функцией автоматического составления маршрута доставки бетонной смеси с учетом технологии производства (приоритетность выделенных маршрутов, ограничения на доставку для данных потребителей от определенных источников и т.д.).







## Исключение ошибок в доставке бетонных смесей.

Цена ошибки в доставке не той бетонной смеси потребителю может быть достаточно высока. Важно исключить влияние человеческого фактора на этом этапе. Это достигается за счет:

- внедрение интеллектуальных постов заказов бетонной смеси как в стационарном, так и в передвижном (беспроводном) исполнении, обеспечивающих двунаправленный интерфейс передачи данных;
- внедрение интерфейса взаимодействия между программным обеспечением формовочного оборудования и программным обеспечением АСУ БСЦ.



## Роль протоколирования в АСУ ТП.

Стабилизация подвижности бетонной смеси является только одним из факторов, демонстрирующих хорошо налаженный технологический процесс. Однако любой технологический процесс требует периодического контроля как на окончательной фазе (лабораторные испытания получаемых продуктов), так и на уровне промежуточных фаз. Анализ протоколов и журналов, накапливаемых АСУ ТП, является одним из самых простых и эффективных способов контроля и выявления «узких» мест технологического процесса, а именно:

- ведение журналов получения и загрузки компонентов в склады длительного хранения;
- ведение журналов подачи компонентов со складов длительного хранения в оперативные бункера с анализом производительности и контролем приемников и источников материалов;
- ведение протоколов выполненных заявок на производство бетонной смеси с сохранением данных по каждому замесу и сохранением информации по реальным дозировкам компонентов;
- ведение журналов заказов бетонной смеси с постов заказов, время выполнения таких заказов с детализацией каждого маршрута доставки.

Очевидно, что только внедрение комплексной системы со сквозной автоматизацией на предприятии позволит получить полную картину технологического процесса, а следовательно и контролировать его качество на каждом этапе.





**Кредо ГК «Элтикон» – комплексный, всесторонний подход в изучении и решении поставленных задач, направленный на получение конечного результата и имеющий практическое применение.**

[www.elticon.ru](http://www.elticon.ru)  
[com@elticon.ru](mailto:com@elticon.ru)

Российская Федерация, ЗАО «Элтикон»  
105523, г. Москва, Щелковское шоссе, д.100, корп. 108.  
+7 (495) 287-48-76, 786-76-70.

Республика Беларусь, ООО «Элтикон»  
220125, г. Минск, пр. Независимости, 183.  
+375 (17) 289-63-33, 289-61-69.

Республика Казахстан, «ТОО ALNIKO TECH»  
050002, г. Алматы, ул. Карасай Батыра, д.180-40.  
+7 (702) 411-89-75, +7 (920) 108-81-41.



ГРУППА КОМПАНИЙ

**ЭЛТИКОН**