

контактно-точечной сварки для каждой поступившей партии арматуры, а регулируя параметры станков контактно-точечной сварки, возможно достичь снижения электроэнергии до 30 %.

#### **Список цитированных источников**

1. Сварка. Сварка арматурной стали. Часть 1. Сварные соединения с нормированной прочностью: СТБ ISO 17660-1-2013. – Введ. 01.03.2014. – Минск: Госстандарт, 2013. – 37 с.
2. Сварка. Сварка арматурной стали. Часть 2. Сварные соединения с ненормированной прочностью: СТБ ISO 17660-1-2013. – Введ. 01.03.2014. – Минск: Госстандарт, 2013. – 17 с.

*Пикула А. И.*

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ БЕТОНОВ НА НАПРЯГАЮЩЕМ ЦЕМЕНТЕ В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ**

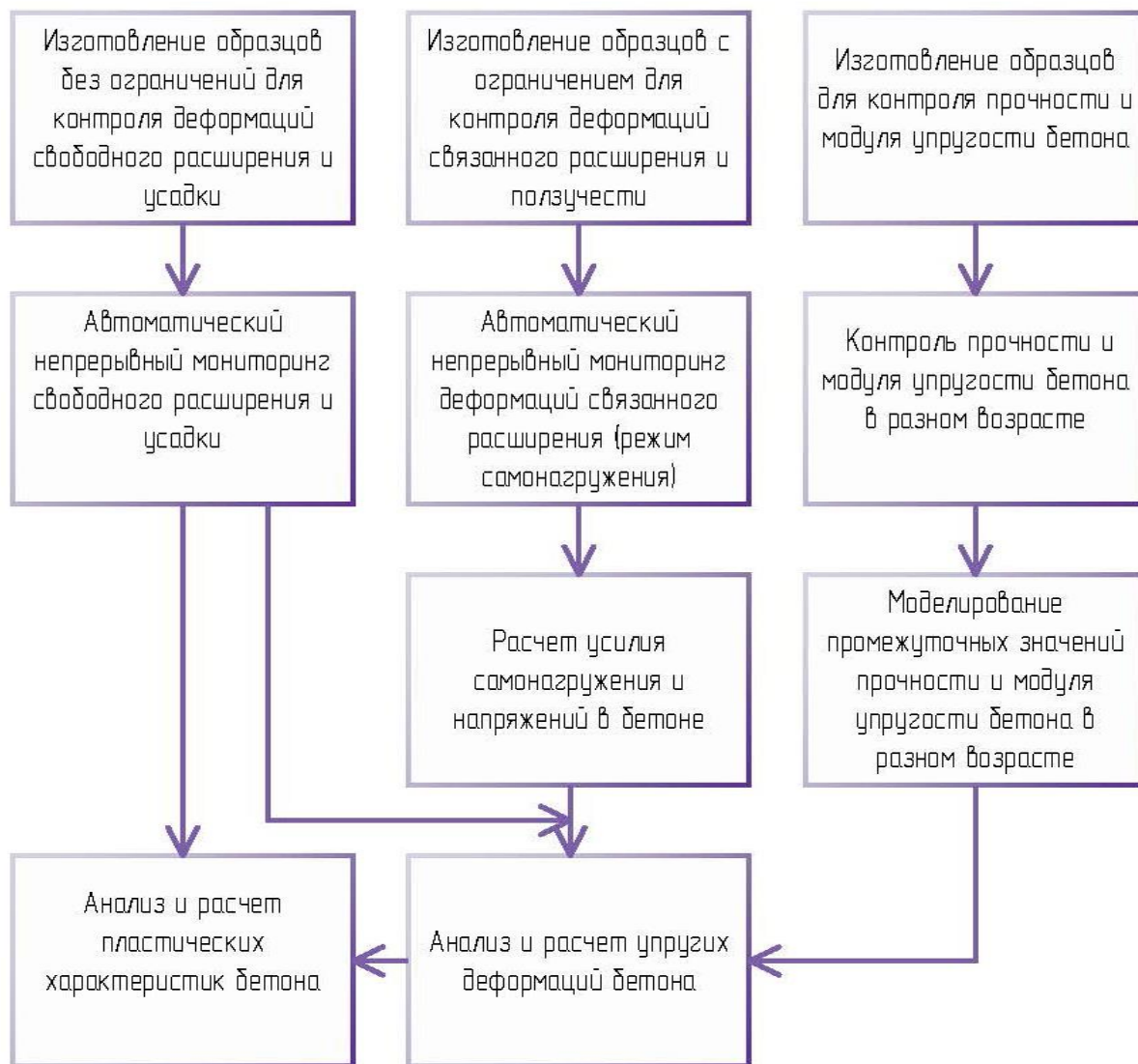
**Введение.** В настоящее время в практике различных видов строительства (в том числе высотного) начинают находить всё более широкое применение самонапряжённые бетоны, а также бетоны с компенсированной усадкой на напрягающем цементе. Сегодня в мире бетонные расширяющиеся композитные системы являются приоритетным направлением изучения, так как предполагаемый потенциал их обоснованного (изученного) применения может дать значимый экономический и экологический эффект в масштабах всей планеты. Данное направление совпадает с основной концепцией экологического менеджмента бетона и бетонных конструкций [1], но требует значительных научных исследований и квалифицированного подхода.

**Цель работы.** Разработка методики корректного определения и правильного учёта деформаций усадки и ползучести расширяющихся бетонов в любом возрасте является актуальным, но, в силу ряда причин, открытым и малоизученным вопросом. Особенно важным вопросом является ползучесть расширяющихся бетонов в раннем возрасте (до 28 суток), методическому обеспечению контроля которой и уделено внимание в данном докладе.

**Материалы и методы.** Расширяющиеся бетоны (особенно при наличии внешних ограничений) подвергаются нагружению и включаются в работу с первых суток своего твердения. Поэтому для определения ползучести расширяющихся бетонов возможен достаточно простой и менее затратный вариант за счёт самонагружения бетона при расширении через внешние регулируемые ограничивающие связи планируемой при эксплуатации жёсткости. Для этого предлагается контроль деформирования бетона осуществлять в условиях известного самонагружения образца через приложенное внешнее ограничение в виде тяжа(ей). Характеристики внешнего ограничения необходимо назначать с учётом будущих условий эксплуатации данного бетона. При этом на образцах без ограничения будут определяться деформации свободного расширения и усадки, а на образцах с внешним ограничением – деформации связанного расширения и ползучести. Параллельно с этим за счёт определения модуля упругости бетона становится возможным выделение упругих и затем пластических деформаций бетона, что является основополагающим для проектирования же-

лезобетонных конструкций. В связи с тем, что ползучесть бетонов в раннем возрасте характеризуется небольшими уровнями нагружения бетона и, соответственно, небольшими приращениями деформаций, аппаратное обеспечение процессов контроля развития деформирования должно обеспечивать прецизионный (микронный) контроль точности перемещений. Для обеспечения данного обстоятельства был проанализирован ряд датчиков перемещений и с точки зрения доступности, точности и стабильности показаний, а также энергопотребления, были выбраны ёмкостные датчики перемещений SYNS2-QK-V66 с индикаторами. Данные датчики были модифицированы аппаратным и программным путем для повышения температурной и механической стабильности показаний в пределах  $\pm 1$  мкм и разработан логгер данных [2].

Алгоритм проведения испытаний приведен на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Блок-схема контроля ползучести расширяющихся бетонов в раннем возрасте.**

**Результаты.** Наиболее перспективной для анализа получаемых таким образом данных является модель MSDM [3], получаемые с помощью которой предварительные данные о значениях ползучести хорошо соотносятся с теоретическими предположениями.

### Список цитированных источников

1. ISO 13315-1:2012 Environmental management for concrete and concrete structures -- Part 1: General principles.
2. Сайт кафедры ТБиСМ УО БрГТУ [Электронный ресурс]. – Брест, 2022. – Режим доступа : [http://tbsm.bstu.by/?page\\_id=320](http://tbsm.bstu.by/?page_id=320) – Дата доступа: 31.08.2022г.
3. Early age strain and self-stressed of expansive concrete members under uniaxial restraint conditions / V.Semianiuk [et.al]. Construction and buildings materials. – 2017. Vol.131. – 131. – P. 39–49.

*Пикула А. И.*

## ОЦЕНКА ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОННОГО МАССИВА ПРИ ТВЕРДЕНИИ

**Введение.** В настоящее время при строительстве массивных бетонных конструкций мало внимания уделяется вопросам контроля и регулирования температурного режима бетонной смеси и твердеющего бетона в строительный период. При этом, в ряде случаев, используются высокоактивные цементы которые выделяют значительное количество тепла в более короткий период времени. При этом возникают неравномерные температурные поля и значительные градиенты температур даже не в массивных конструкциях, которые порождают растягивающие термонапряжения, – сначала на поверхности плиты, а затем в ее центральных зонах, являясь основной причиной образования температурных трещин [1].

Исследование термонапряженного состояния и трещиностойкости бетонных массивов в строительный период ранее являлось сложным и трудновыполнимым процессом. В настоящее время, в связи с разработкой соответствующего аппаратного обеспечения, не является таковым, и в ряде случаев принятие решений (например, о возможности снятия опалубки) может быть автоматизировано.

**Цель работы.** Целью настоящей работы является создание универсальной расчетной системы и соответствующего ей аппаратного обеспечения для исследования, обработки и прогнозирования трещиностойкости бетона в различных условиях твердения.

**Материалы и методы.** Исследование подобранного состава бетона и расчетное прогнозирование термонапряженного состояния и трещиностойкости бетона для конкретной конструкции необходимо выполнять в 3 взаимосвязанных этапа:

1. Экспериментальные исследования термодинамических характеристик цементной композиции и бетонной смеси в разработанной экспериментальной установке [2]. Данный этап также используется для корректировки расхода и выбора вида составляющих.

2. Моделирование термодинамического состояния реальной конструкции при планируемых внешних условиях твердения с прогнозированием трещиностойкости бетона от градиентов температур. На данном этапе определяется разность тепла, выделенного в результате гидратационных процессов (а также привнесенного извне в случае применения нагревателя) и тепла, ушедшего в