

целом в энергетику и круговороты вещества в планетарном масштабе огромен. Хотя живое вещество по объему и массе составляет незначительную часть планеты Земля, но оно играет основную роль в геологических процессах, связанных с изменением облика нашей планеты.

Таким образом, в функционировании и развитии живой природы (живой материи) особенно наглядно и убедительно выступают ее структурность, а также целостность и системность, которые проявляются в существовании различных иерархических структурных (системных) уровней и подуровней ее структурной (системной) организации. При этом каждый новый уровень (подуровень) характеризуется особыми свойствами и закономерностями, не сводимыми к закономерностям прежнего, низшего уровня (подуровня). На филогенетических подуровнях особое значение имеют проблемы веществоно-энергетического взаимодействия между их элементами, которые относятся, прежде всего, к изучению их трофических (пищевых) связей. Именно на этой основе происходит разграничение популяций и видов, с одной стороны, и биоценозов (сообществ) и живого вещества (биострома) – с другой стороны. Популяции и виды представляют собой незамкнутые, открытые живые системы, поддержи-

вающие только потоки вещества, так как все особи (индивиды) популяции или же популяции системы вида питаются практически одинаково при отсутствии их экологической специализации. В отличие от них во многих биоценозах (сообществах), а также живом веществе (биостроме) – также незамкнутых, открытых живых системах – наряду с потоком вещества может поддерживаться и его круговорот, если в них имеет место взаимодействие автотрофных, гетеротрофных и сапротрофных популяций разных видов (видов), относящихся к таким экологическим группам, как продуценты, консументы и редуценты. Причем для подуровня популяции или вида трофическое разнообразие не характерно, а живая система подуровней биоценоза (сообщества) и живого вещества (биострома) является тем жизнеспособней и устойчивей, чем многозвеннее и разветвленной формируются из ее элементов трофические сети. Отсюда становится ясным, что с биологической точки зрения на таком подуровне структурной (системной) организации живого, как биоценоз (сообщество) и живое вещество (биостром) решающее значение приобретает трофический характер взаимодействия между составляющими данную живую систему элементами.

Технические науки

Актуальность применения вероятностных методов при интегральной оценке надежности железобетонных конструкций на стадии изготовления

Жердева С.А., Коваленко Г.В., Курамшина Р.П.
*Братский государственный университет,
Братск, Россия*

В условиях рынка цель любого предприятия – это получение прибыли. Размеры прибыли во многом определяются ценой продукции, которая в свою очередь зависит от спроса на данный вид изделия и объема ресурсов, затраченных на его изготовление. Следовательно, повышение конкурентоспособности и снижение себестоимости производимых изделий являются основными задачами предприятий, специализирующихся на выпуске железобетонных конструкций. Производитель повысит конкурентоспособность своей продукции только, если сможет обеспечить ее стабильное качество.

В связи с этим в строительном комплексе страны назрела необходимость пересмотра общей концепции политики в области управления качеством. Эта проблема многогранная, она охватывает широкий круг взаимосвязанных более мелких проблем, требующих своего решения. Качество строительных конструкций, их надежность в эксплуатации и долговечность определяют уровень развития строительного производства. Отсюда возникает необходимость контроля качества железобетонных конструкций на стадии изготовления.

Применяемые в строительстве методы контроля готовой продукции при оценке эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций

можно разделить на два вида: разрушающие и неразрушающие. Разрушающий метод предполагает проведение периодических испытаний согласно ГОСТ 8829-94 определенной выборки изделий из некоторой партии до разрушения. При этом следует отметить, что контроль прочности бетона, сварных соединений, арматуры, ее положения, величины предварительного натяжения, геометрических размеров осуществляется ежесменно, испытания конструкций нагружением (в соответствии с требованиями ГОСТ 8829-94) – 1 раз в 1-6 месяцев. Поскольку данный контроль является выборочным, то очевидны его недостатки: распространение положительных результатов испытаний одной-двух конструкций на большую партию дает значительные погрешности. Хранение изделий на складе в промежутках между испытаниями совершенно нереально, поэтому при отрицательных результатах забраковать продукцию не представляется возможным в связи с тем, что большая ее часть отправлена потребителю и использована по назначению. Таким образом, данный метод не обеспечивает гарантии качества и надежности всех конструкций из контролируемой партии.

Более выгодны с экономической точки зрения неразрушающие методы испытаний конструкций. Применение неразрушающего контроля качества железобетонных конструкций (ЖБК) идет в двух направлениях: совершенствование дискретных и интегральных методов. При дискретном методе контроля критерием эксплуатационной пригодности конструкций должно быть соответствие значений отдельных параметров требуемым проектным с учетом установленных допусков. При выходе любого

из параметров за пределы допуска партия конструкций должна браковаться, и возможность ее использования все-таки определяется после испытания конструкций нагружением.

Из интегральных неразрушающих методов целесообразно для оценки эксплуатационной пригодности конструкций заводского изготовления использовать такие методы, как пробного нагружения, вибрационные методы и некоторые другие.

Поскольку производство ЖБК, как и любой технологический процесс подвержен изменчивости, характер которой определяется влиянием множества случайных и неслучайных факторов: качеством исходного сырья, износом технологического оборудования, несовершенством технологических приемов, различной квалификацией исполнителей и прочее, все перечисленные выше методы контроля качества конструкций заводского изготовления являются не эффективными. Чтобы сделать контроль качества выпускаемых изделий сплошным и при этом учитывать изменчивость технологического процесса, на комбинате «Братскжелезобетон» в конце 90-х годов прошлого столетия была предложена система автоматизированного контроля качества выпускаемой продукции.

Эта система, основанная на применении ЭВМ, требует разработанных программных комплексов на основе вероятностных алгоритмов по каждому виду выпускаемых заводом изделий. Для одной части номенклатуры конструкций заводского изготовления программы уже написаны, прошли апробацию на комбинате и зарегистрированы в Роспатенте [1, 2, 3]. Для других конструкций эту задачу предстоит еще реализовать. Преимущества предложенного способа заводского контроля заключается в следующем:

- учитывается изменчивость технологического процесса;
- на основе результатов дискретного метода контроля (прочностных и деформативных характеристик бетона, арматуры, величины ее преднапряжения, геометрических параметров и т.д.) дается ежесменная интегральная оценка эксплуатационной пригодности ЖБК заводского изготовления;
- в 6...10 раз снижается объем испытания конструкций с помощью силового нагружения (эти испытания на стадии внедрения данного способа оценки качества необходимы большей частью для контроля самой системы, проверки ее адекватности).

Таким образом, эффективность применения автоматизированной системы приемочного контроля с помощью ЭВМ на заводах ЖБК очевидна, поскольку она создает также условия для внедрения АСУТП.

При разработке вероятностных алгоритмов оценки надежности ЖБК на стадии изготовления необходимо выбрать расчетную схему, соответствующую схеме испытания конструкции, определить контрольные параметры (контрольную нагрузку, прогиб, ширину раскрытия трещин), выбрать оптимальную расчетную модель, адекватно описывающую напряженно-деформированное состояние (НДС) конструкции на всех этапах кратковременно-

го нагружения вплоть до разрушения и наиболее эффективный вероятностный метод.

При выборе оптимальной расчетной модели для ЖБК следует отметить, что существующие методы расчета сечений конструкций можно разделить на две группы: методы, основанные на рассмотрении НДС сечения, использующие деформационные зависимости, и методы, не использующие деформационные зависимости. К первой группе относятся методы расчета элементов по нормальным сечениям, построенных на единых принципах, главными, из которых являются гипотеза плоских сечений и диаграммы деформирования материалов. Характерными представителями второй группы является методы расчета по отечественным нормам.

При большом разнообразии предложений можно выделить две основные модели, отличающиеся друг от друга:

- модель, основанная на расчетных положениях норм проектирования ЖБК;
- модель, использующая диаграммы деформирования бетона и арматуры, построенная на условиях равновесия дискретного сечения (деформационная нелинейная модель).

Целью расчета на надежность является определение вероятности выхода конструкции из строя в заданных условиях. Вероятностный подход обусловлен тем, что прочностные, геометрические и деформационные характеристики конструкций, а также все воздействия на них представляют собой случайные величины или случайные процессы.

Как показывают выполненные теоретические и экспериментальные исследования, наиболее эффективными методами разработки вероятностных алгоритмов при оценке надежности железобетонных конструкций является метод линеаризации функций, метод статистического моделирования (Монте-Карло) и метод статистических испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Коваленко Г.В., Огородников Д.А., Кравчук М.А. Вероятностный расчет преднапряженных балок с учетом диаграмм материалов (WERDI). Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2001611231. – Роспатент. – Москва, 2001.
2. Дудина И.В., Антонюк С.Р., Алексеев А.В., Маслов В.В. Пакет программ по вероятностному расчету стеновых панелей STENA. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2002611465. – Роспатент. – Москва, 2002.
3. Дудина И.В., Тамразян А.Г., Васильев К.Г. Программа по вероятностному расчету плит со смешанным армированием с учетом диаграмм деформирования материалов (NADI). Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2001611230. – Роспатент. – Москва, 2001.