

УДК 624.012.45:620.191/192

**НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И
НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРИОПОРНЫХ УЧАСТКОВ
ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ
ДЛИТЕЛЬНОМ ДЕЙСТВИИ НАГРУЗКИ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ**

**Каршок В.М., д.т.н профессор, Неутов А.С ассистент
Неутов С.Ф. к.т.н доцент**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Несущая способность приопорных участков балочных железобетонных элементов, находящихся в сложном напряженном состоянии, очень часто является определяющим фактором при проектировании конструкций. Вместе

с тем работа этих участков особенно при длительном действии нагрузок высоких уровней до настоящего времени остается не до конца изученной.

Вышесказанное свидетельствует об актуальности исследований прочности, жесткости и трещиностойкости приопорных участков изгибаемых железобетонных элементов с учетом их длительного нагружения.

Для определения несущей способности V_{ult} , а также с целью сопоставления результатов кратковременного и длительного нагружения, в каждой серии опытов одну из балок доводили до разрушения кратковременно действующей нагрузкой. Остальные три балки каждой серии загружали длительно действующей нагрузкой. Испытание железобетонных балок осуществлялось в соответствии с действующими рекомендациями. Испытано 56 железобетонных балок.

Перед основными испытаниями были проведены предварительные эксперименты, в ходе которых было установлено, что при уровне $0,925V_{ult}$ – во всех загруженных балках наблюдалась относительная стабилизация роста деформаций и прогибов. По этой причине, в качестве уровней длительного нагружения были выбраны уровни $0,925V_{ult}$, $0,9V_{ult}$ и $0,875V_{ult}$.

При кратковременном испытании нагрузка прикладывалась ступенями с 15ти минутной выдержкой на каждой ступени до разрушения или до заданного уровня нагружения. В интервалах между ступенями нагружения с помощью трубки Бринелля на поверхностях балок отслеживался процесс трещинообразования.

После достижения заданного уровня нагружения, нагрузка фиксировалась и с помощью пружинной кассеты и домкрата поддерживалась неизменной практически на протяжении всего эксперимента (450сут).

В процессе испытаний железобетонных балок как при длительном, так и при кратковременном нагружениях фиксировали нагрузку, прикладываемую к образцу, прогибы, деформации отдельных волокон бетона и арматуры. На продольную арматуру перед изготовлением образцов были наклеены тензорезисторы КФ5П1-5-200 с базой 5мм, которые позволили определять соответствующие деформации. Учитывая длительность эксперимента, для снятия показаний с тензорезисторов, была изготовлена специальная тензометрическая станция (ТС) с помощью которой, измеряемое электрическое сопротивление, преобразовывалось в цифровой код, передаваемый на внешний компьютер по последовательному интерфейсу СОМ или USB2.0. Управление станцией осуществляли от КП при помощи специального программного обеспечения, разработанного применительно к ТС.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что прогибы за время длительного нагружения выросли на 13 – 25% в зависимости от уровня длительно действующей нагрузки. На первом этапе (50-70суток) происходит ускоренное деформирование (до 80% от общих деформаций). На втором этапе деформирование происходит с условно

постоянной скоростью, т.е. рост деформаций осуществляется практически по линейному закону. При уровне нагрузки $0,875V_{ult}$ стабильно линейная часть начинается после 50 суток наблюдений. При уровне $0,925V_{ult}$ аналогичная стабильность наступает к 70 суткам. Деформации, проявившиеся на этом этапе, составляют порядка 20% от общей величины. На третьем этапе скорость роста деформаций практически стремится к нулю.

За время длительно действующей нагрузки деформации крайне сжатого бетонного волокна в пролете среза выросли на 70 – 90% по сравнению с кратковременным нагружением. Столь существенный рост обусловлен процессами ползучести, величина которых зависит от уровня нагрузки. Продольные деформации растянутой (рабочей) арматуры в зоне чистого изгиба за время длительного нагружения выросли в среднем на 15 - 17%, практически без значимой зависимости от уровня нагружения и конструктивных факторов. Нагельные силы в продольной арматуре при длительном нагружении возрастают весьма значительно практически на 200%, но в целом их величина даже при столь существенном росте не превышает 10% от общего значения поперечной силы. По этой причине, в большинстве практических расчетов влиянием нагельных сил можно пренебречь.

Балки, не разрушившиеся в процессе запланированных длительных испытаний (более 80%) подвергались повторному нагружению до разрушения с целью определения несущей способности.

Следует отметить, что разрушающая нагрузка для балок предварительно нагруженных длительно действующей нагрузкой высоких уровней выросла от 8 до 24%, в зависимости от уровня нагрузки и значений исследуемых факторов (класса бетона, пролета среза, продольного и поперечного армирования). Увеличение несущей способности связано с увеличением призмочной прочности бетона и с перераспределением внутренних усилий между арматурой и бетоном.

В целом можно утверждать, что из всех исследуемых факторов, наибольшее влияние на величину возрастания разрушающей нагрузки оказывает процент рабочего армирования и класс бетона, что объясняется самой сутью процесса перераспределения внутренних усилий в железобетонных элементах. Несколько меньшее влияние оказывает поперечное армирование и пролет среза. Процент верхнего продольного армирования является самым незначительным фактором в вышеуказанном перечне.

Несмотря на то, что разрушение при догружениях наступает при больших относительных уровнях нагрузки, приращение прогибов и продольных деформаций в сжатой зоне бетона при нагружениях меньше, чем аналогичные приращения при кратковременных нагружениях. Это объясняется тем фактом, что в процессе длительных нагружений «выбирается» быстро натекающая ползучесть бетона.

Экспериментально установлено, что в процессе догружения до разрушения ранее нагруженных балок ширина раскрытия нормальных трещин оставалась практически неизменной, а ширина раскрытия наклонных трещин выросла в 1,2–1,7 раза. Новых трещин при догружениях, практически, не появлялось. В большинстве случаев при догружении изменяется характер разрушения, а именно выкалывание бетона захватывает всю наклонную полосу магистральной наклонной трещины.

STRESS-DEFORMED STATE AND BEARING CAPACITY OF REINFORCED BENDING ELEMENTS SUPPORT SECTIONS UNDER HIGH LEVELS OF STEADY LOADING

Results of stress-strain state experimental research of reinforced concrete beams support sections under effect of steady high-level load are described. The analysis of the structural factors impact on the stress-strain state, crack resistance and bearing capacity of reinforced concrete beams was given.