

## Abstract

The critical temperature is a key parameter in structural fire design. At this temperature, a structural element can no longer resist the applied loads. However, it says nothing about deflections of the element. This makes it difficult to establish critical temperatures for steel columns where deflections will cause additional moments from second-order effects and instabilities can occur. Different National Annexes to Eurocode 3 specifies different default values for the critical temperature depending on relative slenderness and utilization factors. To clarify applicability of the values provided in the Standards and study the influence of other parameters on the critical temperature of steel columns, finite-element numerical calculations were used in the current study. Finite-elements models in the Abaqus software included both geometrical and material non-linearities. The models considered different relative slenderness and utilization factors, different cross-section shapes, influence of deviations and installation tolerances and other parameters. The numerical models were validated using test results from literature. The accuracy of the models was assessed to be within +/-10%. The finite-element calculations were made for columns with the HEA 100 cross-section. Relative slenderness of 0.4, 1.0, 1.6 and utilization factors of 0.7, 0.5 and 0.2 were used, and buckling about both the weak and strong axes were considered. The calculations were done for nominal cross-section dimensions and assuming maximum deviations. The effects of steel strength variations and non-uniform temperature distributions were also studied. When nominal dimensions of the cross-section were used, the calculated critical temperatures were almost the same as the default values in the UK National Annex to Eurocode 3. However, when maximum deviations were assumed, the critical temperatures in the Standard were considerable overestimated. The influence of steel strength variations and non-uniform temperature distributions was found to be insignificant. Thus, it was recommended to take into account the maximum manufacturing and installation deviations for structural fire design.

## Аннотация

Критическая температура является одним из самых важных параметров при проектировании огнестойкости строительных конструкций. По определению это температура, при которой конструкция не может воспринимать расчетную нагрузку. При этом прогибы элемента не ограничиваются. Это приводит к тому, что критическую температуру для сжатых колонн сложно оценить из-за дополнительных усилий, возникающих из-за увеличения эксцентриситета нагрузки. Национальные приложения к Еврокоду 3 устанавливают различные значения критической температуры для колонн в зависимости от относительной гибкости и коэффициента использования. Данное исследование изучает пределы применимости значений, приведённые в Еврокоде 3, и влияние других факторов на критическую температуру с помощью расчетов методом конечных элементов. Расчеты были выполнены в программном комплексе Абакус с учетом геометрической и физической нелинейностей. Конечно-элементные модели рассматривали влияние различных значений относительной гибкости, коэффициента использования, влияние формы поперечного сечения колонн, влияния отклонений при изготовлении и монтаже колонн и другие параметры. Точность моделей была проверена путем сравнения результатов расчетов с результатами экспериментов колонн на огнестойкость, найденными в технической литературе. Точность определения критической температуры составила 10%. Основные расчеты были выполнены для колонн с поперечным сечением HEA 100 европейского сортамента. Были рассмотрены три значения относительной гибкости (0,4;1,0;1,6) и три значения коэффициента использования (0,7;0,5;0,2). Результаты расчетов показали, что форма сечения практически не влияет на критическую температуру. Влияние изменчивости значений прочности стали и влияние неравномерного распределения температуры по длине колонны также небольшое. При этом влияние отклонений и начальных несовершенств является значительным. Без учета данных отклонений значения критической температуры близки к значениям приведённым в Британском национальном приложении к Еврокоду 3. При учете отклонений критическая температура оказалась гораздо ниже. Рекомендуется учитывать все возможные отклонения в размерах при расчетах конструктивной огнестойки колонн.