

Яроцкий Р.В.

(Научный руководитель – Надольский В.В.)

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

## **1 Введение**

В 2010г. Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь введены Технические кодексы установившейся практики по проектированию строительных конструкций, идентичные соответствующим Европейским нормам. Цели данного введения:

- 1) Возможность проектирования зарубежными организациями на территории РБ в соответствии с Евронормами.
- 2) Возможность для белорусских проектных организаций осуществлять экспорт проектов.
- 3) Внедрение на отечественных предприятиях технико-нормативных правовых актов и освоение новых строительных материалов.

Целью настоящей работы является обзор учета эффектов сдвигового запаздывания и расчетов по ТКП ЕН 1993-1-5–2009.

## **2 Понятие о эффектах сдвигового запаздывания**

Под сдвиговым запаздыванием в первую очередь подразумевается неравномерное распределение напряжений (рисунок 1). Этот эффект понижает сопротивление элемента, потому что часть поперечного сечения выключается из работы. Получается, что поперечное сечение работает не полностью (неэффективно) и делится на эффективное и неэффективное.

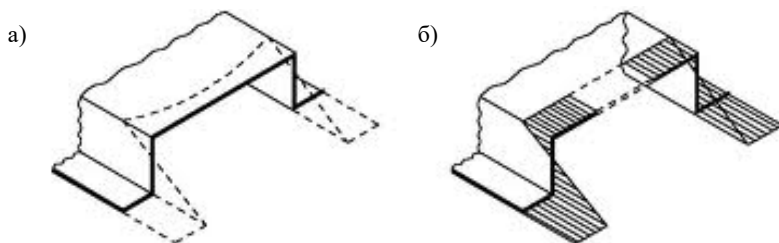


Рисунок 1 – К расчету сдвигового запаздывания:

- а) распределение нормальных напряжений в полном поперечном сечении;
- б) идеализированное распределение нормальных напряжений в эффективном поперечном сечении

Реальная картина распределения напряжений с учетом эффектов сдвигового запаздывания представлена на рисунке 2. Этот подход является основой выведения формул для определения и учета эффекта сдвигового запаздывания в диапазоне упругих деформаций.

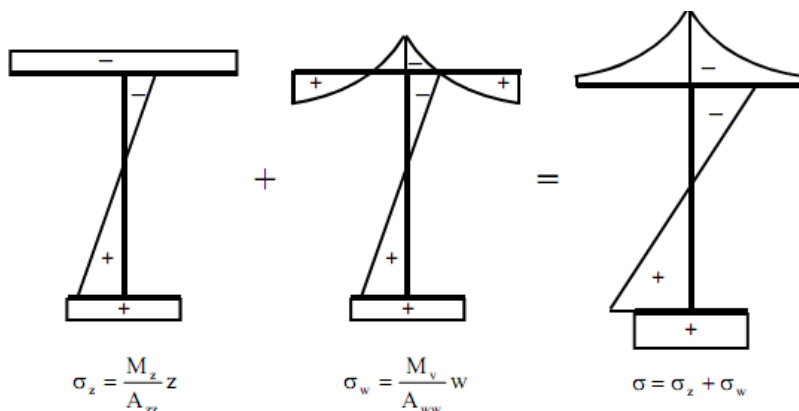


Рисунок 2 – Эпюры распределения напряжений при изгибе, деформации сдвига и эпюра распределения напряжений с учетом эффекта сдвигового запаздывания соответственно

### 3 Учет эффекта сдвигового запаздывания при расчете элементов

#### 3.1 Общие положения

В поясах допускается не учитывать эффект сдвигового запаздывания, если выполняется условие  $b_0 < L_e/50$ . Для частей поясов с односторонней опорой ширина пояса  $b_0$  соответствует имеющейся ширине пояса, для частей пояса с двухсторонней опорой  $b_0$  равняется половине ширины пояса.

Эффективная длина  $L_e$  равна расстоянию между нулевыми точками изгибающих моментов.

Если указанное условие не выполняется при оценке предельного состояния эксплуатационной пригодности (вторая группа по СНиП) и состояний, связанных с усталостью материала, необходимо учитывать влияние эффекта сдвигового запаздывания поясов, для этого определяют эффективную ширину  $b_{eff}$  согласно 3.2.1 [1] и используют распределение напряжений согласно 3.2.2 [1]. При оценке предельных состояний по несущей способности эффективную площадь  $A_{eff}$  определяют согласно разделу 3.3 [1].

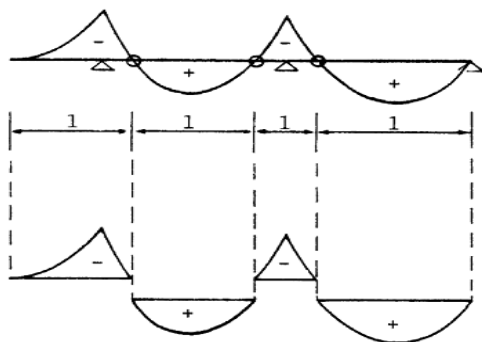


Рисунок 3 – Разделение на модули

### 3.2 Определение эффективной ширины при сдвиговом запаздывании в упругой стадии работы

Эффективную ширину  $b_{eff}$  при учете сдвигового запаздывания в упругой стадии работы следует определять следующим образом:

$$b_{eff} = \beta b_0. \quad (1)$$

Коэффициент  $\beta$  определяется согласно в таблице 3.1[1].

Данную эффективную ширину допускается применять при оценке предельных состояний эксплуатационной пригодности и состояний, связанных с усталостной прочностью.

### 3.3 Учет эффекта сдвигового запаздывания при расчете по предельным состояниям

При расчете по предельным состояниям по несущей способности эффект сдвигового запаздывания допускается учитывать одним из следующих образом:

- а) Воздействие эффекта сдвигового запаздывания в упругой стадии работы при оценке предельных состояний эксплуатационной пригодности и состояний, связанных с усталостной прочностью;
- б) Комбинация сдвигового запаздывания и потери устойчивости (выпучивания) пластин;
- в) Воздействие эффекта сдвигового запаздывания при учете упругопластической стадии работы материала допускается при ограничении пластических деформаций.

Совместное влияние потери устойчивости пластины и сдвигового запаздывания учитывается посредством эффективной площади сечения  $A_{\text{eff}}$  следующим образом:

$$A_{\text{eff}} = A_{\text{c,eff}} \beta_{\text{ult}}, \quad (2)$$

где  $A_{\text{c,eff}}$  – эффективная площадь сжатого пояса при потере устойчивости пластины от действия нормальных напряжений;

$\beta_{\text{ult}}$  – понижающий коэффициент эффективной ширины для учета сдвигового запаздывания в предельном состоянии по несущей способности.  $\beta_{\text{ult}}$  допускается принимать равным  $\beta$  согласно таблице 3.1, с заменой  $\alpha_o$  на  $\alpha_o^*$ , определяемое по формуле

$$\alpha_o^* = \sqrt{\frac{A_{\text{c,eff}}}{b_o t_f}}. \quad (3)$$

При учете упруго - пластической стадии работы материала при ограниченных пластических деформациях эффект сдвигового запаздывания допускается учитывать посредством эффективной площади сечения  $A_{\text{eff}}$  следующим образом:

$$A_{\text{eff}} = A_{\text{c,eff}} \beta_k \geq A_{\text{c,eff}} \beta, \quad (4)$$

где  $\beta$  и  $k$  принимаются согласно таблице 3.1[1].

### Литература

- 1) ТКП EN 1993-1-5. (02250) Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-5: Пластинчатые элементы конструкций.
- 2) СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. – ЦИТП Госстроя СССР 1991.