

Особенности проверки устойчивости пластинчатых элементов поперечного сечения по ТКП ЕН 1993-1-5.

Верстак В.С.

(Научный руководитель – Надольский В.В.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Введение

Как правило, при проектировании балочных элементов, распределения деформаций и напряжений по поперечному сечению полагаются линейными.

ЕН 1993-1-5 описывает три случая отклонения от линейного распределения напряжений:

1. после появления в сечении пластических деформаций;
2. после «местной потери устойчивости» (local buckling);
3. «Сдвиговое запаздывание» (shear lag).

ТКП ЕН 1993-1-5 предлагает два метода расчета учитывающих эффекты от вышеописанных явлений.

1. Метод «ограниченных напряжений» (reduced stress method).
2. Метод «эффективной ширины» (effective width method).

Метод «ограниченных напряжений» (reduced stress method)

У каждого из пластинчатых элементов сечения есть свое значение напряжения, при котором он теряет устойчивость. Зависимость напряжения-деформации для всего сечения моделируется в виде билинейной функции, представленной на рисунке 1. Для каждого уровня может быть вычислена несущая способность сечения. На первом уровне несущая способность определяется из критических напряжений самого гибкого элемента сечения:

$$R_{ult} = (ht_h + bt_b)\sigma_{lim\ it,h}. \quad (1)$$

На втором уровне напряжения в самом гибком элементе сечения остаются постоянными, а напряжения в более мощном элементе продолжают увеличиваться до критических напряжений.

$$R_{ult} = ht_h\sigma_{lim\ it,h} + ht_b\sigma_{lim\ it,b}. \quad (2)$$

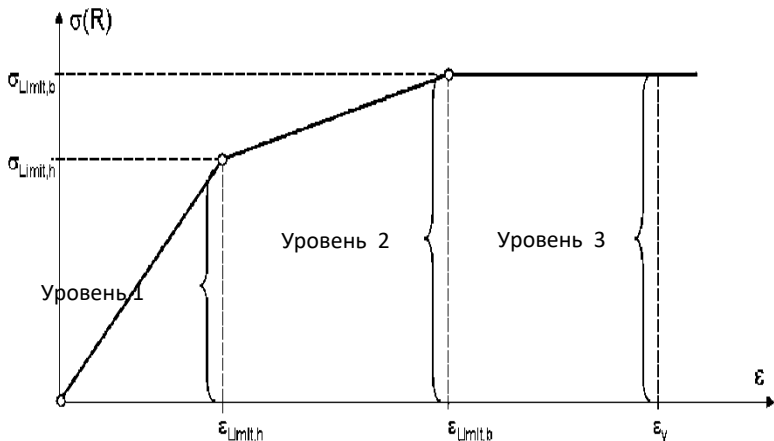


Рисунок 1 – Билинейная функция напряжения-деформации для всего сечения

На этом уровне “запас деформаций” самого слабого элемента сечения используется, до того момента пока самый жесткий элемент сечения не потеряет устойчивость.

Третий уровень длится до наступления деформаций текучести.

$$R_{ult} = ht_h \sigma_{limit,h} + ht_b \sigma_{limit,b} \cdot \quad (3)$$

Метод «эффективной ширины» (effective width method)

В методе «эффективной ширины» вводятся эффективные характеристики:

1. $effective^p$ для учета эффектов от местной потери устойчивости. (local buckling).
2. $effective^s$ для учета эффектов от сдвигового запаздывания (shear lag).
3. $effective$ для учета совместного действия эффектов 1 и 2.

При местной потере устойчивости пластинчатым элементом, часть данного элемента выключается из работы. За счет чего происходит уменьшение жесткости сечения. Это показано на рисунке 2.

В завершение можно сказать, что метод «эффективной ширины» (effectivewidthmethod) получил большее распространение т.к. дает более полное описание поведения сечения под нагрузкой в отличие от метода «ограниченных напряжений» (reducedstressmethod), а также значительно облегчает вычисления.

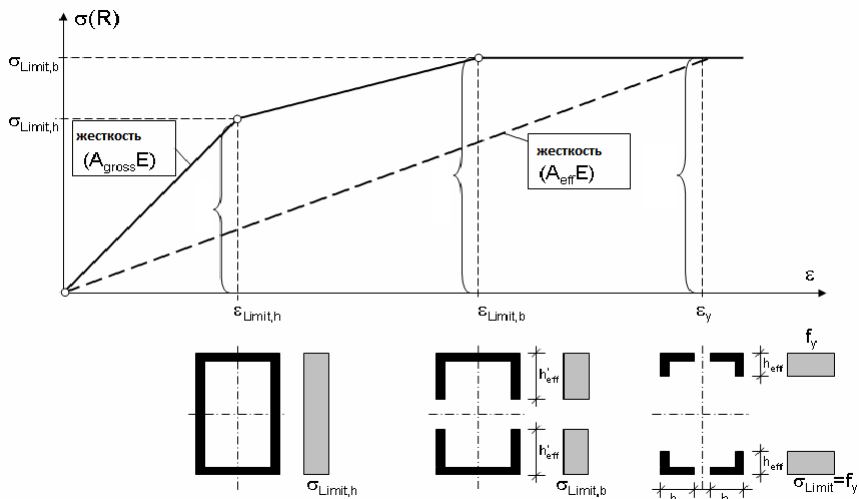


Рисунок 2 – Развитие эффективного сечения с ростом напряжений

Литература

1. ТКП EN 1993-1-5. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-5: Пластинчатые элементы конструкций.
2. Commentary and worked examples to EN 1993-1-5, 2007 г.