

В.М. Селюков

УДК 624.072.2.51

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ ПРИЕМ АНАЛИЗА ПРЕДНАПРЯЖЕННОГО  
СОСТОЯНИЯ СЕЧЕНИЙ ПРИ ИЗГИБЕ

Когда сечение симметрично и материал одинаково работает на растяжение – сжатие, то нейтральный слой, занимая среднее положение, не меняет его в процессе увеличения нагрузки вплоть до образования пластического шарнира.

Если сечение не симметрично, либо состоит из материала, различным образом отзывающегося на растяжение – сжатие, нейтральный слой не расположен в середине высоты даже в начальной стадии загрузки. С возрастанием нагрузки за пределами упругих деформаций материала нейтральный слой сместится в ту или иную сторону в зависимости от конкретных условий. Образование пластического шарнира в этом случае характеризуется равенством

$$W_{пл} = S_1 + S_2,$$

где  $W_{пл}$  - пластический момент сопротивления приведенного сечения;  $S_1, S_2$  - статические моменты площадей сжатой и растянутой зоны.

Пользуясь законом плоских сечений при изгибе и соответствующими диаграммами  $\sigma = f(\epsilon)$  для материалов сжатой и растянутой зон, можно анализировать напряженное состояние сечения в разной стадии нагружения. Покажем это на примерах.

а) Несимметричное сечение из материала одинаковых свойств при растяжении-сжатии (рис. I)

В упругой стадии работы положение нейтрального слоя совпадает с центром тяжести сечения. Совместив ось  $\epsilon$  с нейтральным слоем, строим диаграммы  $\sigma = f(\epsilon)$  в произвольном масштабе. На рис. I, б для упрощения анализа показаны диаграммы материала с идеальными упруго-пластическими свойствами.

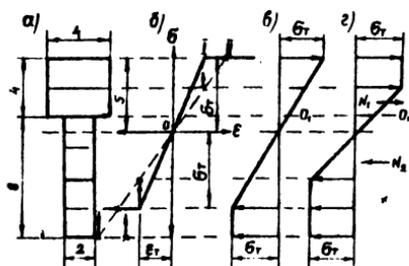


Рис. I. Напряженное состояние сечения при одинаковых свойствах материала в растянутой и сжатой зоне.

Проводим плоские сечения через начало координат (точку 0). На основании величин деформаций каждого волокна, связанных между собой плоским сечением, устанавливаем напряжения в разных волокнах по высоте. Так, деформациям, отвечающим положению сечения I, соответствует эпюра напряжений по рис. I, в, деформациям по сечению II - эпюра напряжений по рис. I, г.

В дальнейшем не трудно скорректировать возможное новое положение нейтрального слоя. Опирируя действительными размерами сечения (рис. I, а), устанавливаем нарушение равновесия сил сжатия и растяжения по уравнению  $\sum X = 0$ . Так, напряженное состояние по рис. I, г существовать уже не может, так как силы растяжения и сжатия в средней части сечения не уравновешены ( $N_1 > N_2$ ). Нейтральный слой смещается вверх. Равновесию сил для нашего примера в предельном состоянии отвечает положение нейтрального слоя, отмеченное линией  $0_1 - 0_1$ .

б) Сечение из материалов различных свойств в растянутой и сжатой зоне (рис.2)

В качестве примера рассмотрим сечение из железобетона. Пренебрегая работой бетона растянутой зоны такое сечение можно считать состоящим из материалов с двумя характеристиками – сжатого бетона и растянутой арматуры.

Положение нейтрального слоя на участке с трещиной, образовавшейся при первом этапе загрузки, соответствует работе приведенного к бетону сечения в упругой стадии.

Произведя графические построения, аналитические первому примеру, анализируем возможное напряженное состояние сечения.

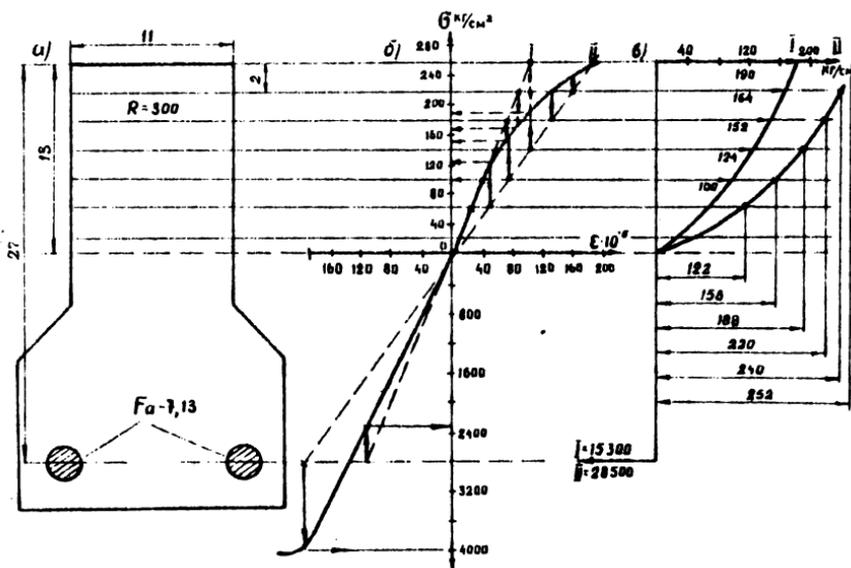


Рис.2. Напряженное состояние сечения при разных свойствах материала в растянутой и сжатой зоне

В качестве примера (рис.2) использованы данные испытаний, описанные в [1, 2]. Для анализа напряженного состояния сечения из железобетона использована диаграмма  $\sigma = f(\epsilon)$ .

полученная по результатам испытания призм. Условия работы бетона при изгибе несколько иные, поэтому для нагрузок, близких к предельным, учет работы сжатой зоны более заметен. С помощью диаграммы  $\sigma = f(\epsilon)$  для растянутого бетона можно проследить границы участия в работе сечения растянутой зоны.

#### Л и т е р а т у р а

1. Селюков В.М. Первые результаты проверки существующих предложений по расчету изгибаемых железобетонных элементов на выносливость. Ученые записки Мордовского университета, вып. 31, 1963.

2. Селюков В.М. Экспериментальные исследования работы бетонных призм на центральную многократно повторяющуюся нагрузку. Ученые записки Мордовского университета, вып. 34, 1964.