

С увеличением внутреннего изгибающего момента эпюра напряжений в поперечном сечении стержня изменяется следующим образом:

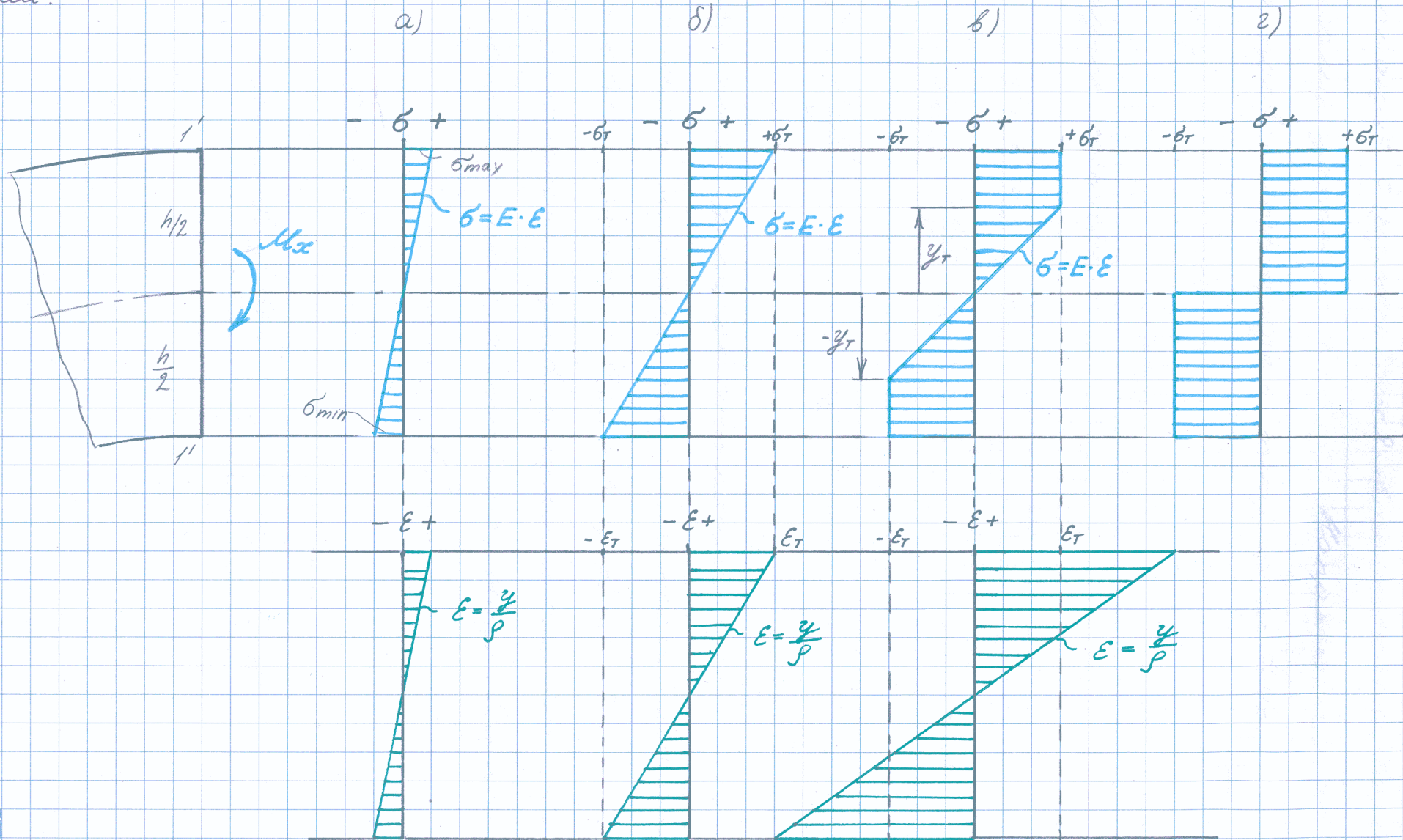
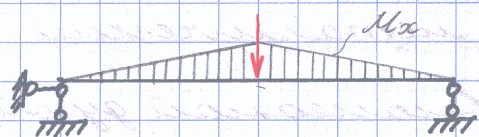


Рис. VII. 1

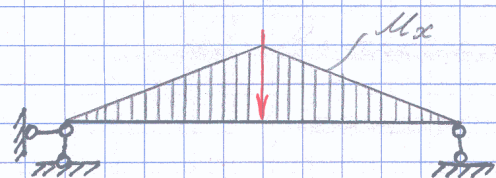
Пластический шарнир

При возрастании внешней нагрузки, в стержневой системе возрастает внутренний изгибающий момент M_x (рис. VII.4 а... в) и её поперечные сечения последовательно проходят стадии, указанные на рис. VII.1.



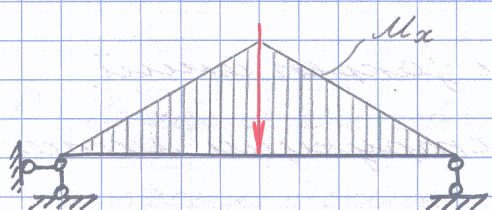
а)

Сечение, в котором M_x максимум впервые достигает



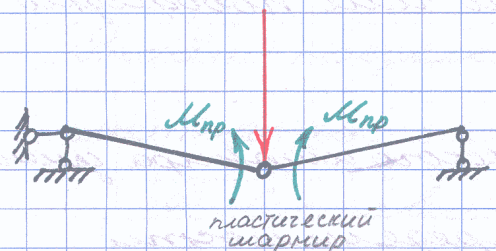
б)

стадии, близкой к предельной (рис. VII.1.2).



в)

И тут все меняется.



з)

Неспособный более воспринимать возрастающую нагрузку, материал в окрестности сечений интенсивно течёт, ось стержня значительно искривляется, образуется локальная пластическая зона, именуемая **пластическим шарниром**, ибо ведёт она себя, как врезанный в стержень шарнир с постоянным моментом трения $M_x^{пр}$,

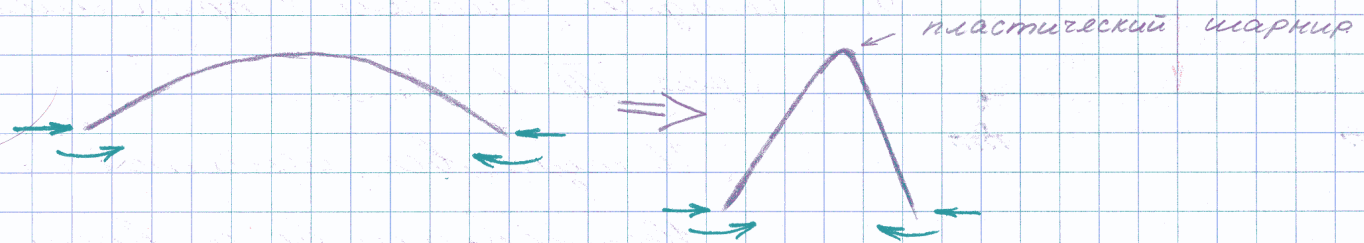
Рис. VII.4

сопротивляющийся перемещению.

Перемещения в конструкции, вызванные образованием пластических шарниров значительно превосходят перемещения от упругих

146 деформаций стержней и, поэтому, при рассмотрении расчётных схем с пластическими шарнирами, стержни считаются абсолютно жесткими.

Эффект образования пластического шарнира можно наблюдать любой из нас, если двумя руками попытаемся изогнуть металлический прут - прут согнется не равномерной дугой, а перегнется в локальной области:



В зависимости от нагрузки и закреплений, пластический шарнир в конструкции может быть один или их может быть несколько; они могут образоваться синхронно или попеременно и т.д.

Возникновение одного пластического шарнира уменьшает степень статической неопределенности конструкции на единицу, а статически определенную конструкцию превращает в механизм.

Нагрузка, превышение которой ^{приводит этот} превращает механизм в движение конструкции в механизм, называется **предельной**.

Порядок расчёта

статически неопределимых балок

по предельным нагрузкам

1) Для заданного поперечного сечения:

а) Определяется местоположение оси пластического изгиба $x_{\text{пласт}}$ (рис. VII. 2) из условия:

$$A^I = A^{II}$$

б) Вычисляется значение предельного внутреннего изгибающего момента:

$$M_{\text{пр}} = \sigma_T (S_{x_{\text{пласт}}}^I + S_{x_{\text{пласт}}}^{II})$$

2) Перебираем возможные варианты образования пластических шарниров, для каждого варианта определяем значение предельной нагрузки. Расчёт предельной нагрузки ведётся двумя методами:

а) Составляем уравнений равновесия и совместно их решаем. Для балки со степенью статической неопределимости $n=1$ реакции в опорах и критическая нагрузка находятся из следующей системы:

$$\begin{cases} \sum M = 0; \sum F_y = 0; \sum F_z = 0 & \text{- для всей балки} \\ \sum M = 0 & \text{- для крайних участков.} \end{cases}$$

б) Использованием теоремы Лагранжа (принцип возможных перемещений).

3) На практике реализуется тот вариант, которому соответствует наименьшая предельная нагрузка (это утверждает так называемая **кинематическая теорема** теории пластичности).

Замечания:

I) Количество пластических шарниров в рассматриваемых вариантах должно на единицу превышать степень стат. неопределенности балки.

II.) Места образования пластических шарниров:

- над промежуточными опорами;
- в заделке;
- над сосредоточенными силами;
- на участках стержня, находящиеся под действием распределенной нагрузки (в этом случае локальная координата Z_i пластического шарнира находится из системы уравнений).

III) Упругими деформациями участков балки пренебрегаем.