

## 12) Расчет ЖБ конструкций с учетом перераспределения усилий.

Сущность расчета статически неопределимых железобетонных конструкций с учетом перераспределения усилий заключается в следующем. При некотором значении нагрузки напряжения в растянутой арматуре из мягкой стали достигают предела текучести. С развитием в арматуре пластических деформаций (текучести) в железобетонной конструкции возникает участок больших местных деформаций, называемый пластическим шарниром. В статически неопределимой конструкции, в балке, защемленной на опорах, с появлением пластического шарнира повороту частей балки, развитию прогиба системы и увеличению напряжений в сжатой зоне препятствуют лишние связи, поэтому при дальнейшем увеличении нагрузки, разрушение в пластическом шарнире не произойдет до тех пор, пока не появятся новые пластические шарниры и не выключатся лишние связи. В статически неопределимой системе возникновение пластического шарнира равносильно выключению лишней связи и снижению на одну степень статической неопределимости системы. Для рассмотренной балки с двумя защемленными концами возникновение первого пластического шарнира превращает ее в систему, один раз статически неопределимую; потеря геометрической неизменяемости может наступить лишь с образованием трех пластических шарниров—на обеих опорах и в пролете.

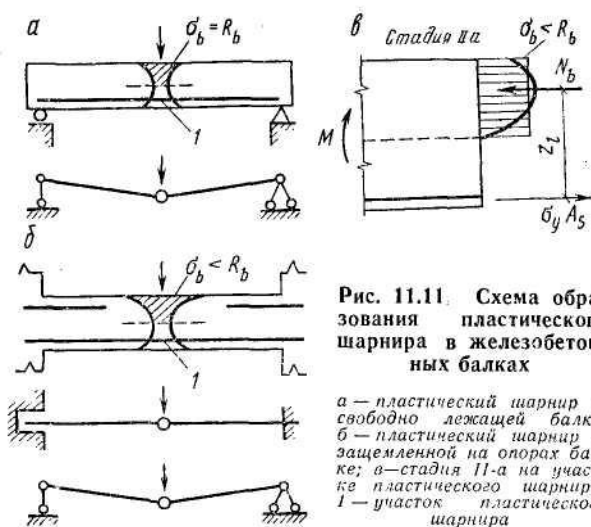
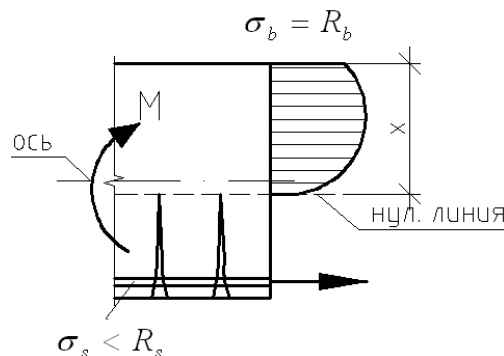
В статически неопределимой конструкции после появления пластического шарнира при дальнейшем увеличении нагрузки происходит перераспределение изгибающих моментов между отдельными сечениями. При этом деформации в пластическом шарнире нарастают, но значение изгибающего момента остается прежним:  $M = R_s A_s z_b$ .

При некотором значении нагрузки напряжения в растянутой арматуре из мягкой стали достигают предела текучести. С развитием в арматуре пластических деформаций (текучести) в железобетонной конструкции возникает участок больших местных деформаций, называемый пластическим шарниром.

В статически определимых конструкциях с появлением шарнира под влиянием взаимного поворота частей балки и значительного прогиба высота сжатой зоны сокращается, в результате чего достигается напряжение в сжатой зоне  $\sigma_b = R_b$ .

В статически неопределимых конструкциях с появлением пластического шарнира повороту частей балки, развитию прогиба системы и увеличению напряжений в сжатой зоне препятствуют лишние связи (защемления на опорах), возникает стадия НДС

IIa, при которой  $\sigma_s = \sigma_y$ , но  $\sigma_b < R_b$ . Поэтому при дальнейшем увеличении нагрузки разрушение в пластическом



шарнире не произойдет до тех пор, пока не появятся новые пластические шарниры и не выключатся лишние связи. Появление пластического шарнира равносильно выключению лишней связи и снижению на одну степень статической неопределимости системы. В общем случае потеря геометрической неизменяемости системы с  $n$  лишними связями наступает с образованием  $n+1$  пластических шарниров.

В статически неопределимых конструкциях после появления шарнира при дальнейшем увеличении нагрузки происходит перераспределение изгибающих моментов между отдельными сечениями. При этом деформации в пластическом шарнире нарастают, но значение изгибающего момента остается прежним:  $M = R_s A_s Z_b$ .

Плечо внутренней пары сил  $Z_b$  после образования пластического шарнира при дальнейшем росте нагрузки увеличивается незначительно и практически принимается постоянным.

Значение перераспределенного момента не оговаривают, но необходимо выполнить расчет по предельным состояниям второй группы. Практически ограничение раскрытия трещин в первых пластических

шарнирах достигается ограничением выровненного момента с тем, чтобы он не слишком резко отличался от момента в упругой схеме и приблизительно составлял не менее 70% его значения.

Расчет и конструирование статически неопределимых конструкций по выровненным моментам дает возможность облегчить армирование сечений, а так же может дать 20...30% экономии арматурной стали.

Ригель многопролетного перекрытия представляет собой элемент рамной конструкции. При свободном опирании концов ригеля на наружные стены и равных пролетах его рассчитывают как неразрезную балку. При этом возможен учет образования /пластических шарниров, приводящих к перераспределению и выравниванию изгибающих моментов между отдельными сечениями.

Сущность расчета статически неопределимых железобетонных конструкций с учетом перераспределения усилий заключается в следующем. При некотором значении нагрузки напряжения в растянутой арматуре из мягкой стали достигают предела текучести. С развитием в арматуре пластических деформаций (текучести) в железобетонной конструкции возникает участок больших местных деформаций, называемый пластическим шарниром. В статически определимой конструкции, например в свободно лежащей балке, с появлением пластического шарнира под влиянием взаимного поворота частей балки и развивающегося значительного прогиба высота сжатой зоны сокращается, в результате чего достигается напряжение в сжатой зоне  $\sigma_b = R_b$ , наступает разрушение.

Иначе ведет себя статически неопределимая конструкция (рис. 11.11,6). В балке, защемленной на опорах, с появлением пластического шарнира повороту частей балки, развитию прогиба системы и увеличению напряжений в сжатой зоне препятствуют лишние связи (защемления на опорах); возникает стадия 11-а, при которой  $\sigma_s = \sigma_y$ , но  $\sigma_b < R_b$ . Поэтому

при дальнейшем увеличении нагрузки разрушение в пластическом шарнире не произойдет до тех пор, пока не появятся новые пластические шарниры и не выключатся лишние связи. В статически неопределимой системе возникновение пластического шарнира равносильно выключению лишней связи и снижению на одну степень статической неопределимости системы. Для рассмотренной балки с двумя защемленными концами возникновение первого пластического шарнира превращает ее в систему, один раз статически неопределимую; потеря геометрической неизменяемости может наступить лишь с образованием трех пластических шарниров — на обеих опорах и в пролете.

В общем случае потеря геометрической неизменяемости системы с  $p$  лишними связями наступает с образованием  $p+1$  пластических шарниров.

В статически неопределимой конструкции после появления пластического шарнира при дальнейшем увеличении нагрузки происходит перераспределение изгибающих моментов между отдельными сечениями. При этом деформации в пластическом шарнире нарастают, но значение изгибающего момента остается прежним:

Плечо  $M = R_s A_s z_b$  внутренней пары сил  $z_b$  после образования пластического шарнира при дальнейшем росте нагрузки увеличивается незначительно и практически принимается постоянным.