

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Железников В., Савич А., Маслов Д., Цатнев С.,**

**Научный руководитель: канд.техн.наук Палагушкин В.И.**

***Сибирский федеральный Университет  
Инженерно-строительный институт***

Преодоление различий между действительной конструкцией и ее идеализированной расчетной схемой – неиссякаемый источник развития механики, который фактически лишился физической, экспериментальной основы. Экспериментально-теоретические методы строительной механики отошли, к сожалению, на второй план или вовсе забыты.

Традиционно физический эксперимент проводится с целью выяснения НДС строительных конструкций и его последующего анализа, но это пассивный подход. *Активный физический эксперимент* предусматривает последовательное или поэтапное совершенствование модели конструкций с целью достижения желаемого НДС. Для этого в модели заранее выбирают регулируемые параметры (регуляторы), задают и определяют области их изменения (ограничений) и ставят цели, которые необходимо достигнуть.

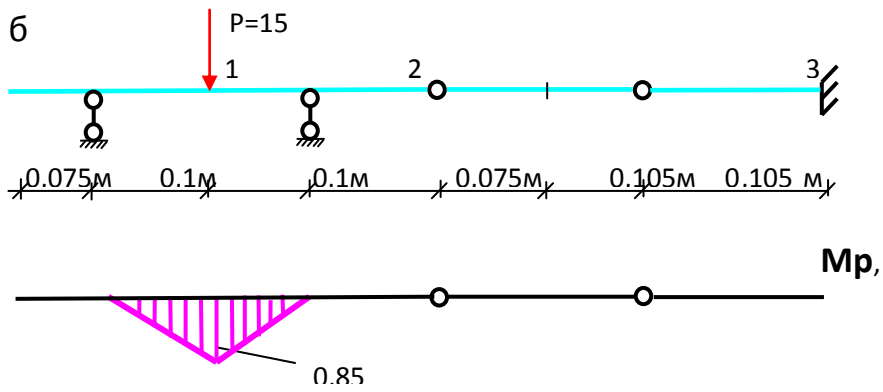
В процессе проведения активного физического эксперимента анализируются полученные результаты, корректируются параметры управления и, в необходимых случаях, если цель не достигнута, переходят к новому, более совершенному циклу управления.

В докладе рассматриваются вопросы регулирования напряженно-деформированного состояния (НДС) различного класса стержневых систем (многопролетных шарнирных, неразрезных и шпренгельных балок) при действии на них произвольных статических нагрузок. Исследовано влияние различных регуляторов НДС на возможность уменьшения экстремальных изгибающих моментов, а также выравнивание их величин в опасных сечениях с целью создания равнопрочных конструкций. Особое значение имеет рациональный подбор параметров регулирования. В работе предпринята попытка выбора главных, наиболее эффективных регуляторов. Для этого изучены и проанализированы сравнительные оценки эффективности тех или иных регуляторов для ряда физических моделей стержневых конструкций. Рассмотрены и проанализированы следующие способы регулирования: создание усилий, компенсирующих максимальные усилия в сечениях шарнирной многопролетной балки (дополнительное догружение); вертикальное смещение одной или нескольких промежуточных опор в неразрезной многопролетной балке; предварительное напряжение элементов шпренгеля в шпренгельной балке.

1. Управление напряженным состоянием многопролетной статически определимой балки. В ряде случаев при эксплуатации строительных конструкций возникает необходимость в совершенствовании многопролетных шарнирных балок, которое достигается за счет управления их напряженно-деформированным состоянием.

В работе ставится задача регулирования изгибающих моментов. Эксперимент выполняется на испытательном стенде *«Регулирование НДС многопролетной статически определимой балки»*. Патент РФ № 1795505 (рис. 1).

а



Цель: уменьшить изгибающий момент  $M_1$ .

Способ управления: дополнительное догружение сечения 3 грузом  $P^*$ .

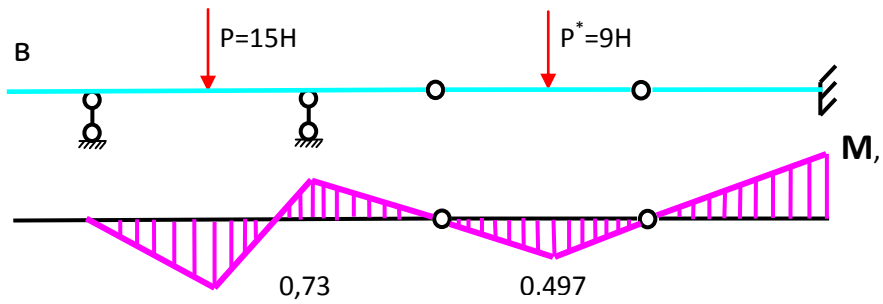
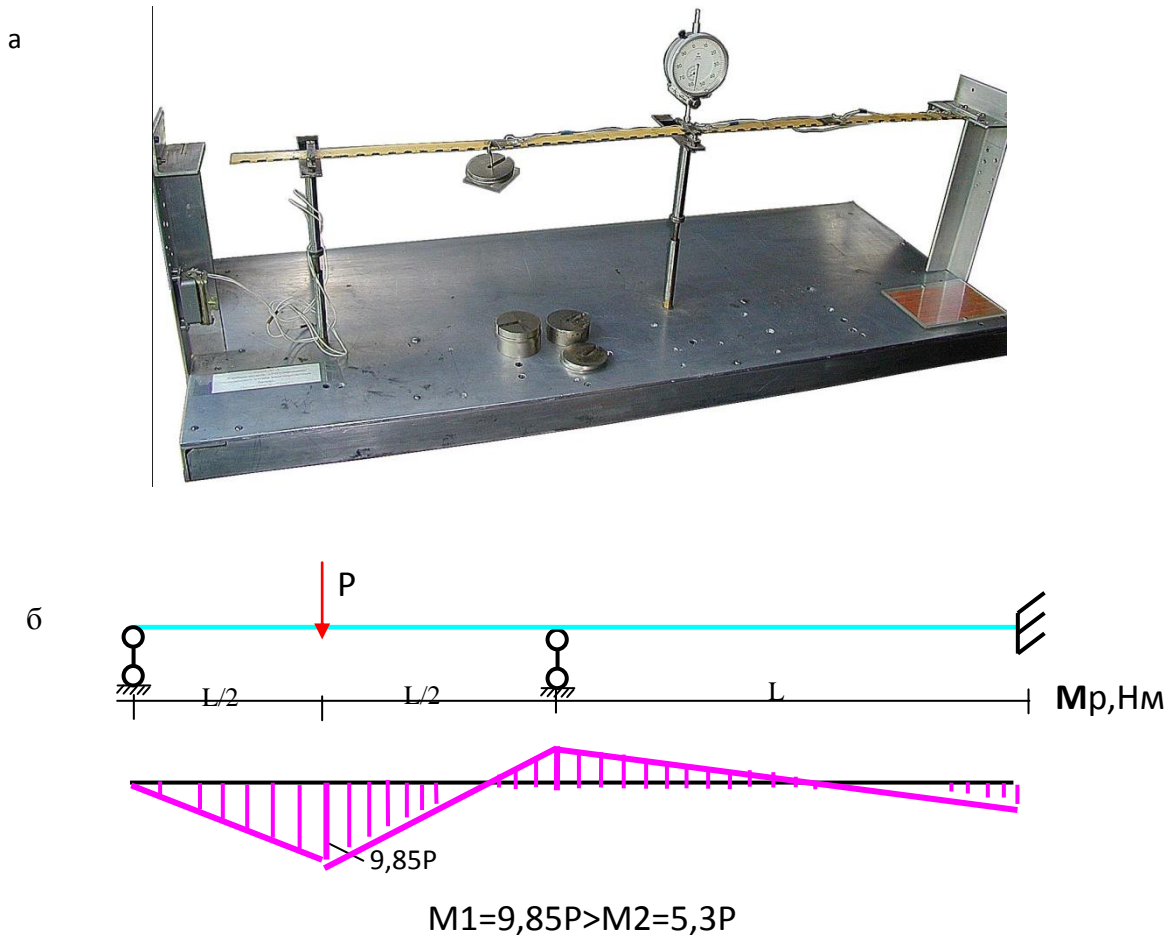


Рис. 1. Управление напряженным состоянием многопролетной шарнирной балки



Цель: добиться равнопрочности в опасных сечениях  $M_1 = M_2$   
 Способ управления: смещение средней опоры на величину  $\Delta$ .  
 Результат:  $M_1$  уменьшен на 21,3%.

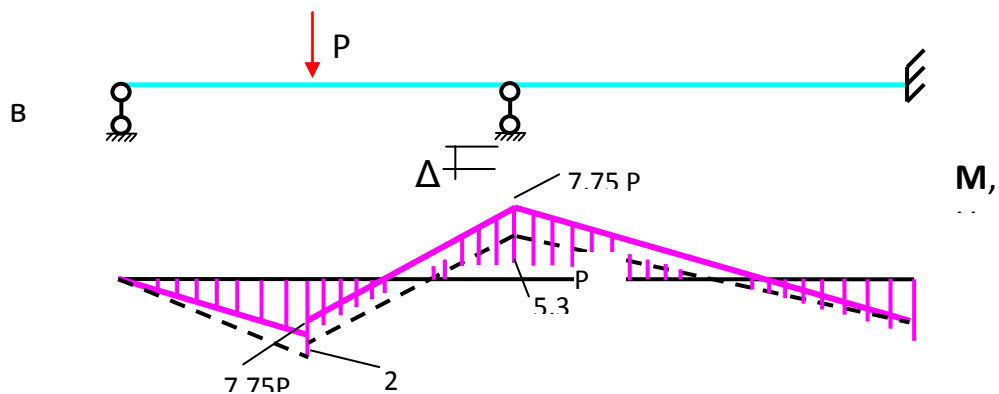


Рис.2. Управление напряжённо-деформированным состоянием

Стенд позволяет проводить экспериментальные исследования, демонстрирующие статическую работу балок из различных материалов, регулировать их напряженное состояние изменением положения шарниров, промежуточных опор, дополнительным

нагрузением, использованием распределительных нагрузочных устройств и комбинаций всех этих способов.

В примере, выбран способ управления дополнительным нагружением сечения 3 грузом  $P^*$ , величина которого подобрана из решения уравнения регулирования. В результате моменты в выбранных сечениях выравнялись. Максимальный расчётный момент в сечении 1 уменьшен на 15%.

**2. Управление поперечным изгибом многопролетной неразрезной балки.** Во многих случаях опорные и пролетные изгибающие моменты в многопролетных неразрезных балках существенно отличаются друг от друга. Возникает задача перераспределения изгибающих моментов в опасных сечениях с целью их «выравнивания» по абсолютной величине. Для выполнения работы используется испытательный стенд «Управление поперечным изгибом многопролетных балок». Патент РФ № 1730657 ( рис. 2.).

На стенде можно проводить испытания по регулированию НДС неразрезных балок, выполненных из различных материалов при разном числе пролетов от действия статических нагрузок. Регулирование может быть выполнено одним из следующих способов: смещением опор, догрузением консолей или пролетов, распределением нагрузки через вспомогательный настил, изменением жесткости отдельных пролетов, установкой дополнительных опор, подкреплением шпренгелями, использованием комбинаций этих способов.

В примере поставлена цель добиться равнопрочности в сечениях 1, 2. Способ управления – вертикальное смещение средней опоры вверх на величину  $\Delta$ , значение которой определено из решения уравнения регулирования. Максимальный расчётный момент в сечении 1 уменьшен на 21,3% .

Выявлено, что не все из рассмотренных при проведении физического эксперимента регуляторы приводили к желаемому результату, то есть задача может и не иметь решения при данном способе регулирования. Поэтому в работе задача регулирования решена путем последовательного подбора регуляторов. Таким образом, поиск эффективного решения задачи регулирования реализован в работе как процесс циклического, поэтапного развития конструкции.

Выполнен численный эксперимент, включающий теоретическое определение аналогичных характеристик НДС. Сравнение результатов расчета и физического эксперимента в отношении деформаций и изгибающих моментов в расчетных сечениях показали их качественное соответствие. Выполнена оценка эффективности реализованных способов регулирования.