

УДК 517.97:615.47

ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАСТИН ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗА

Студенты гр. 11307121 Билейчик А. А., Охремчик В. А., аспирант Муудинов И.

Д-р техн. наук, доцент Степаненко Д. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В настоящее время для создания оптимальных конструкций ортопедических имплантатов широко используется метод топологической оптимизации. В отличие от оптимизации формы, в которой возможные варианты конструкции формируются из исходного путем деформации существующих границ, топологическая оптимизация допускает формирование новых границ, например, отверстий в изначально сплошном материале, то есть допускает изменение топологии. Результатом топологической оптимизации обычно является создание облегченной по массе конструкции изделия, не уступающей по своим характеристикам базовой конструкции из сплошного материала.

Решение трехмерных задач топологической оптимизации пластин для остеосинтеза из-за их сложной геометрической формы существенно отличается от решения задач оптимизации в двумерной постановке.

Первое принципиальное отличие связано с формой крепежных отверстий. В двумерной модели пластины они представлялись нами в упрощенной форме в виде полукруговых областей (в силу геометрической симметрии рассматривалась четверть пластины) (рис. 1, а). Это позволяло задавать области предписанной плотности $\rho = 1$, необходимые для сохранения положения и формы крепежных отверстий в процессе оптимизации, в виде фигур простой геометрической формы, а именно полуколец. В трехмерной модели пластины крепежные отверстия имеют более сложную форму, характерную для блокируемых компрессионных пластин (locking compression plates, LCP). По этой причине требуется применение более сложных геометрических тел для задания области предписанной плотности (рис. 1, б).

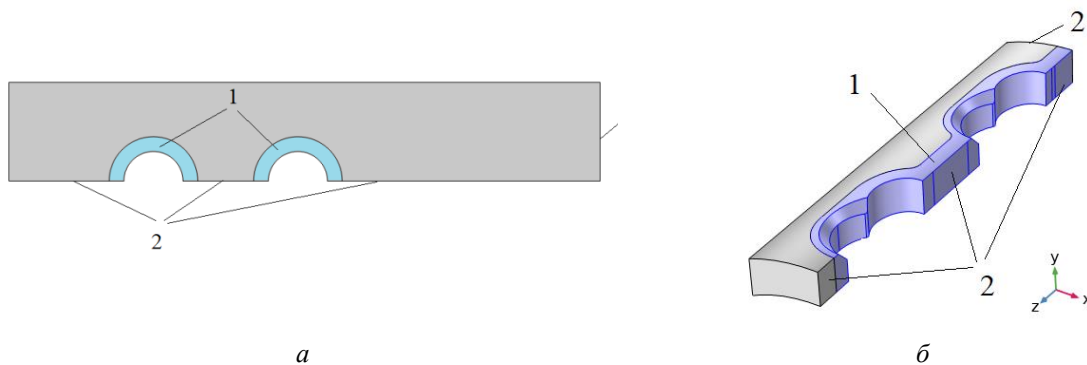


Рис. 1. Геометрические модели пластины:
1 – области предписанной плотности; 2 – плоскости симметрии

Вторая особенность связана с количеством областей предписанной плотности. В двумерной модели оно соответствовало количеству крепежных отверстий, то есть зоны были изолированы друг от друга. При проведении топологической оптимизации трехмерной модели такой подход привел к потере связности пластины и распаду области оптимизации на несколько подобластей. В связи с этим в трехмерной модели была создана дополнительная область предписанной плотности – перемычка, соединяющая крепежные отверстия и направленная вдоль продольной плоскости симметрии пластины.

Последней особенностью является необходимость задания дополнительного граничного условия. В качестве такого условия выступает равенство нулю нормальной составляющей перемещения точек опорной поверхности пластины. Это условие должно учитываться для беззорного прилегания поверхности пластины к поверхности кости.