

РАСЧЕТ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ КОНСТРУКЦИИ УНИЛАТЕРАЛЬНОГО СТЕРЖНЕВОГО АППАРАТА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ МЫШЦЕЛКОВ БОЛЬШЕБЕРЦЕВОЙ КОСТИ

О.Г. Аврунин, В.А. Бабалян

Хариковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

В целях улучшения результатов лечения переломов мыщелков большеберцовой кости целесообразно изучить возможности применения конструкции унилатерального стержневого аппарата и провести исчерпывающий анализ силовых характеристик, действующих на резьбовые соединения.

Для стержневого аппарата, содержащего несколько фиксирующих стержней (шпилек), соединенных общей планкой (см. рис. 1), внешняя сила P , действующая на наиболее нагруженное резьбовое соединение, определяется по формулам [1-3]:

$$P \approx \frac{Q}{N} \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{2h}{l} \right), \quad (1)$$

где Q – сила, действующая на планку под углом α к вертикали, N ; h – расстояние от планки до

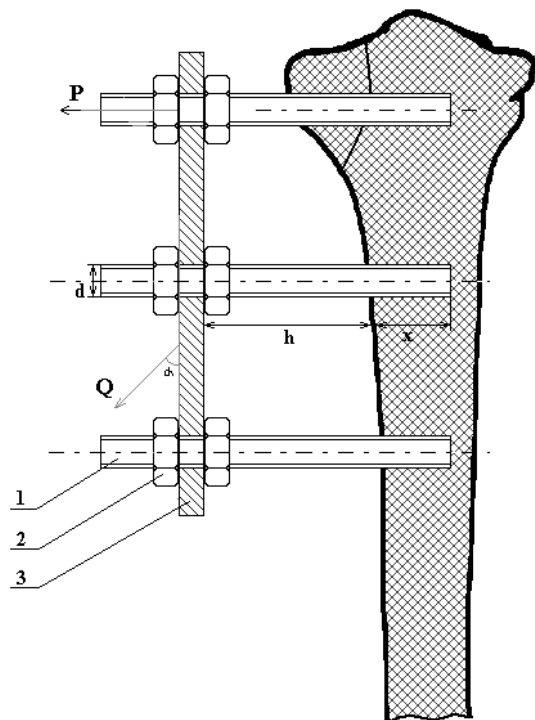


Рисунок 1. Схематическое изображение фиксирующей конструкции (профильная проекция):

1- фиксирующий стержень, 2 – гайка, 3- соединительная планка.

кости (принимается расстояние до кости в «здоровом» месте), мм; l – расстояние между крайними фиксирующими стержнями (определяет длину конструкции), мм; N – количество фиксирующих стержней.

Согласно выражению (1) внешняя сила P , действующая на наиболее нагруженное резьбовое соединение, уменьшается с ростом количества стержней в фиксирующей конструкции. Из графиков, приведенных на рис. 2, а, следует, что оптимальной по силовой характеристике и уровню инвазивности является конструкция из 3-х соединенных планкой фиксирующих стержней ($N = 3$). Сила P возрастает при увеличении угла β приложения внешней силы Q , и является максимальной при строго-горизонтальном воздействии ($\alpha=90^\circ$) вне зависимости от количества стержней в конструкции аппарата. Тем не менее, уменьшения силы P в остальном диапазоне углов можно достигнуть путем увеличения количества стержней в фиксирующей конструкции (см. рис. 2, б).

Преимущества многостержневой фиксирующей конструкции очевидны из диаграмм, приведенных на рис.3: при увеличении количества фиксирующих стержней в конструкции уменьшается сила P , действующая на наиболее нагруженное резьбовое соединение. Данная зависимость является гиперболической. Оптимальное соотношение между уменьшением силы P и снижением травматичности вмешательства достигается при использовании фиксирующей конструкции, содержащей 3 фиксирующих стержня. Исходя из графиков зависимостей силы P , от длины l фиксирующей конструкции (см. рис. 4,а), можно сделать вывод, что при увеличении длины фиксирующей конструкции происходит уменьшение силы, действующей на наиболее нагруженный болт, причем оптимальная длина конструкции находится в диапазоне 50–200 мм при количестве фиксирующих болтов $N = 3$. Как следует из графиков зависимостей $P(h)$, изображенных на рис. 4, б, расстояние от наружного края кости до фиксирующей планки должно быть ми-

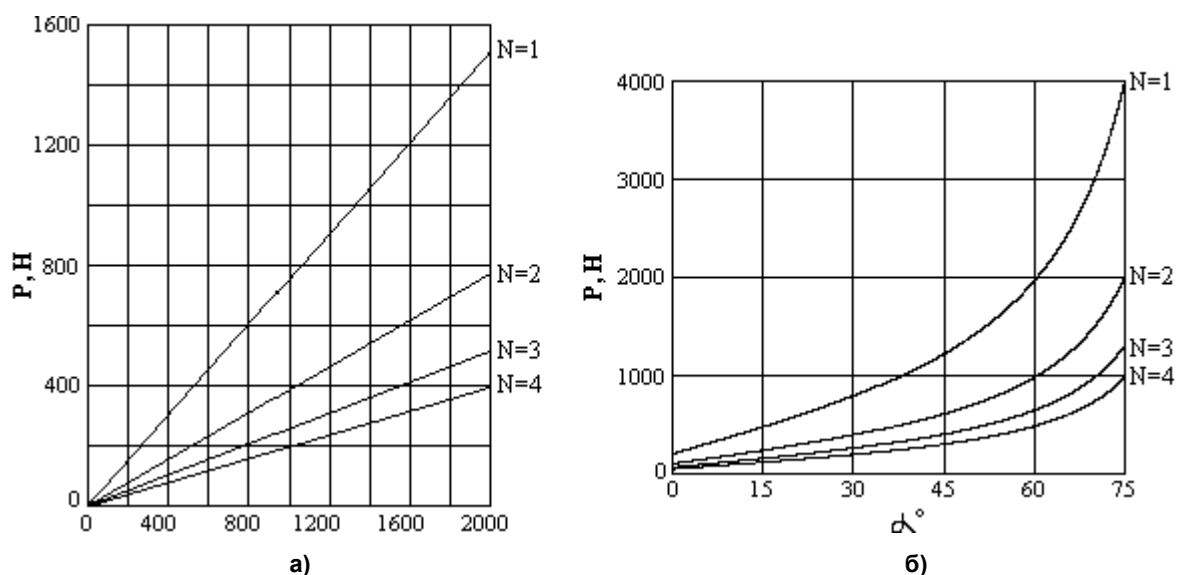


Рисунок 2. Зависимости величины силы P от параметров внешних воздействий:

а) от величины внешней силы Q, действующей на планку под углом 30° к вертикали при h = 20 мм, l = 200 мм, для конструкций, содержащих N стержней;

б) от величины угла б при силе Q = 1000 Н, действующей на планку, при h = 20 мм, l=200 мм, для конструкций, содержащих N стержней.

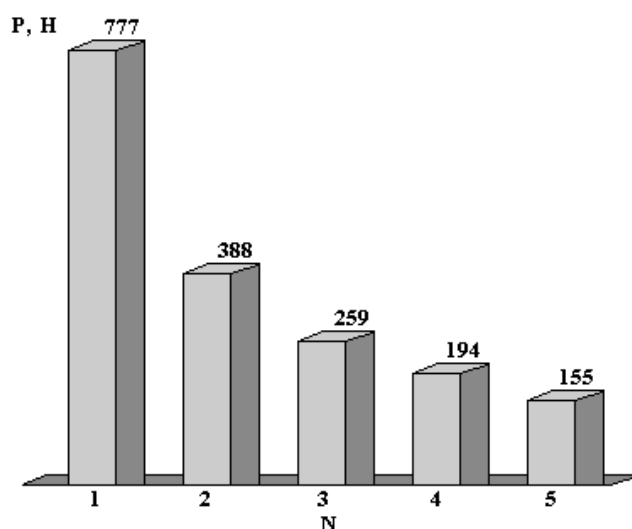


Рисунок 3. Диаграмма зависимости силы P, от количества N стержней в фиксирующей конструкции, при Q=1000Н, h = 20 мм, l = 200 мм, а = 30°.

нимальным и ограничиваться исключительно анатомической конфигурацией поврежденной области кости и мягких тканей.

Минимальный диаметр d резьбы стержня согласно условиям предельного силового воздействия на наиболее нагруженное резьбовое соединение, определяется по формуле [1–3]:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{P}{\sigma_p}},$$

где $\sigma_p = 37,5$ МПа – допускаемое растяжение костной ткани.

График зависимости d(P), позволяющий выбрать оптимальный диаметр резьбы в зависимости от величины внешней силы P, действующей на наиболее нагруженное соединение, приведен на рис.5

Проведен комплексный анализ параметров внешней силы, воздействующей на фиксирующую конструкцию. Вычислены значения внешней силы P, прилагаемой к наиболее нагруженному резьбовому соединению, в зависимости от внешних воздействий и параметров фиксирующей конструкции.

Проведен предварительный синтез оптималь-

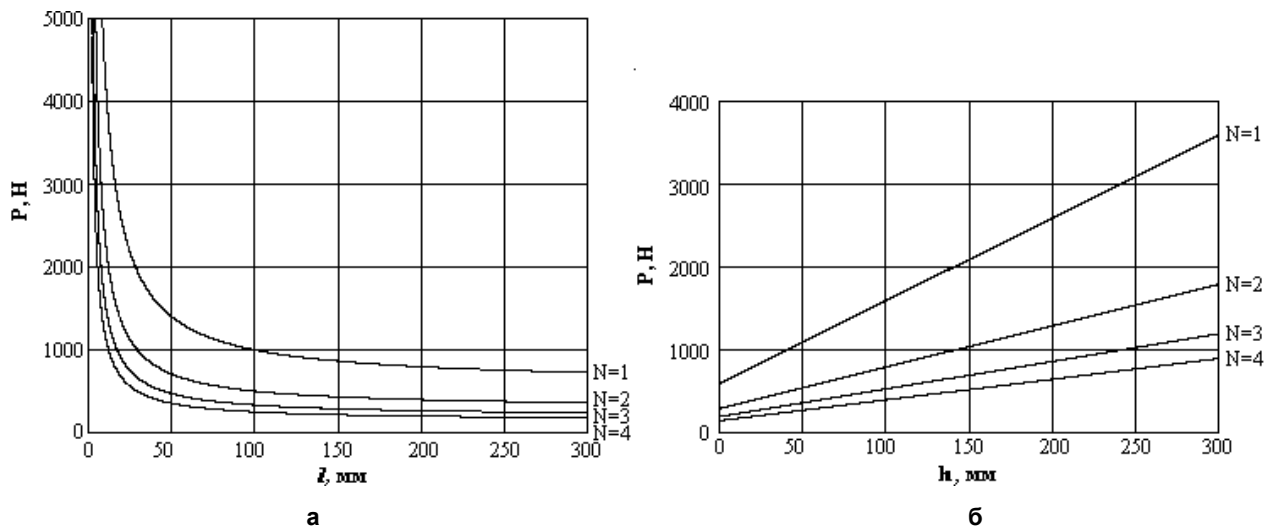


Рисунок 4. Графики зависимостей внешней силы P :

- а) от расстояния l между крайними болтами в фиксирующей конструкции;
 б) от расстояния h между планкой и костью.

ной конструкции стержневого аппарата исходя из условий минимальной травматичности оперативного вмешательства и жесткости фиксации.

Установлено, что диаметр резьбы на фиксирующем стержне зависит от внешней силы P , прилагаемой к наиболее нагруженному резьбовому соединению. Для снижения общей травматичности вмешательства необходимо уменьшать величину внешней силы P , прилагаемой к наиболее нагруженному резьбовому соединению, с помощью применения фиксирующей конструкции, содержащей несколько стержней, соединенных планкой.

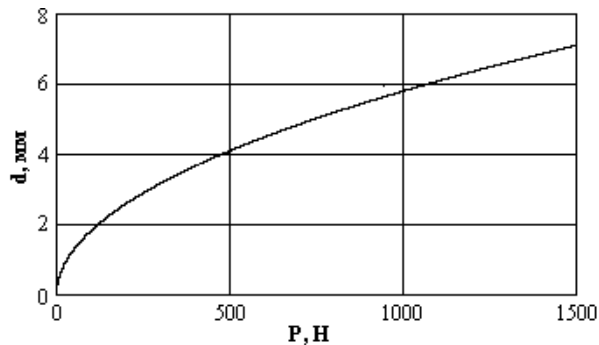


Рисунок 5. График зависимости диаметра d резьбы от внешней силы P

Литература

1. Гузенков П.Г. Краткий справочник к расчетам деталей машин. – М.: Высшая школа, 1964. – 324 с.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.:

Наука, 1970. – 544 с.

3. Детали машин. Расчет и конструирование: Справочник / Под. ред. Н.С. Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1968. – 440 с.