

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ POWER SHAPE ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОЙ ШИНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ БОЛЬНЫХ С ПЕРЕЛОМОМ КОНЕЧНОСТЕЙ

© Бесарабец Ю.И., 2012

У роботі висвітлено основні питання щодо транспортної іммобілізації та зміщення ушкоджених кісток при цьому. Це завдання розглянуто на стадії машинного експерименту. Для проведення такого експерименту необхідно створити модель фіксувального обладнання і, використовуючи програму ANSYS, розрахувати можливі зміщення зламаніх ділянок кісток.

The basic questions of a transport immobilization and arising up here displacements of the damaged bones are in-process considered. This task is considered on the stage of machine experiment. For the leadthrough of such experiment it is necessary it was to create the model of fixative device and with the use of the program ANSYS to conduct the calculations of possible displacements of broken-down areas of bones.

**Постановка проблемы в общем виде.** По результатам исследований отечественных ортопедов при фиксации голени лестничной шиной (шиной Крамера) и перевозке пострадавшего санитарным автомобилем фиксированный перелом костей голени дает смещение между отломками.

С целью определения величин этих смещений и дальнейшего совершенствования средств иммобилизации поврежденных конечностей при транспортировке больных необходимо было провести компьютерный эксперимент с применением программы ANSYS. Для проведения такого эксперимента, кроме томографической модели конечности, необходимо иметь твердотельную модель шины, наложенной на конечность. По просьбе киевского военного госпиталя на кафедре Интегрированные технологии машиностроения была построена модель лестничной шины с применением PowerShape.

**Анализ последних исследований и публикаций. Особенности транспортной иммобилизации.** При переломах и значительных повреждениях мягких тканей перед транспортировкой с целью создания покоя для поврежденной части тела, уменьшения болей, предупреждения дальнейшего повреждения тканей (костными отломками), а также для профилактики травматического шока необходимо применять иммобилизацию. Различают следующие виды транспортной иммобилизации [1]:

1) примитивная иммобилизация, когда используются здоровые участки тела самого больного. Например, при повреждении ноги ее прибинтовывают к другой, здоровой ноге. Поврежденную руку прибинтовывают к туловищу;

2) иммобилизация подручными средствами. В качестве таких средств можно использовать палку, кусок доски, пучок прутьев или соломы и т. д.;

3) иммобилизация транспортными шинами, заранее подготовленными заводским путем.

Транспортные шины делятся на две группы – фиксационные и дистракционные. Фиксационные шины. При помощи этих шин создается фиксация (неподвижность) поврежденного

участка тела. Известно несколько видов фиксационных шин. Одной из наиболее распространенных и простых в применении является шина Крамера. Шину Крамера, или лестничную, изготавливают из мягкой проволоки (рис. 1).

Шине можно придать любую форму, необходимую для иммобилизации того или иного участка тела.

Наложение лестничной шины. Предварительно шину моделируют соответственно тому участку тела, на который она будет наложена. Так, при переломе плечевой кости шина должна начинаться от внутреннего края лопатки здоровой стороны, идти вдоль наружной поверхности полусогнутой в локтевом суставе приведенной руки и заканчиваться, несколько выступая за кончики пальцев. При повреждении предплечья верхним уровнем шины является средняя треть плеча, нижним – концы пальцев. При повреждении шеи из лестничных шин изготавливают своеобразный шлем: одну изгибают во фронтальной плоскости по контуру головы и обоих надплечий, другую – в сагиттальной плоскости по контуру головы, шеи и спины. Шины связывают между собой, покрывают ватно-марлевыми прокладками и фиксируют к голове и обоим надплечьям. При повреждении голени лучше фиксировать с трех сторон: одну шину моделируют по задней поверхности голени и стопы от кончиков пальцев до средней трети бедра, две другие фиксируют по бокам голени (наружная и внутренняя), причем подошвенную их часть сгибают в виде стремени для более прочной фиксации голеностопного сустава (рис. 2).

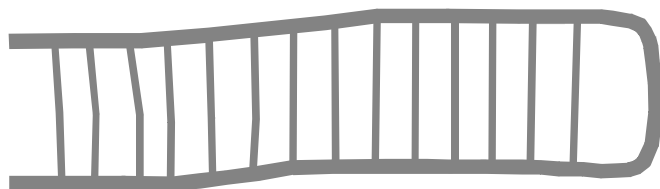


Рис. 1. Шина Крамера

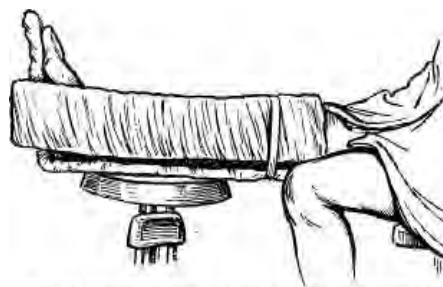


Рис. 2. Иммобилизация голени лестничными шинами

**Постановка цели статьи.** Целью работы является повышение качества транспортной иммобилизации больных с переломами конечностей путем создания модели временной шины с последующим машинным экспериментом.

**Изложение основного материала. Построение модели лестничной шины.** Рассмотрим построение боковых частей шины, поскольку они несут основную нагрузку при транспортировке.

Построение модели лестничной шины начинаем с импорта сканированной модели голени. В результате импорта мы получаем поверхностную модель (рис. 3). Модель состоит из двух поверхностей.

За тем строим поперечные (рис. 4) и продольные (рис. 5) плоскости на определенных расстояниях между собой для последующего построения направляющих.

Построение направляющих начинаем с определения линий пересечения продольных и поперечных плоскостей с поверхностной моделью голени. Для этого в меню “линия” выбираем опцию “Создание линии пересечения поверхностей или твердых тел”. Фрагмент результата построения линий пересечения плоскостей и модели голени показан на рис. 6.

По имеющимся теперь линиям пересечения плоскостей и модели голени проводим линии-направляющие для построения элементов шины (рис. 7). По линиям продольных сечений проводим направляющие для построения каркаса наружной и внутренней половин шины, а по линиям поперечных сечений проводим направляющие для построения поперечных элементов (“ступенек”) шин. На рис. 7 это линии белого цвета.

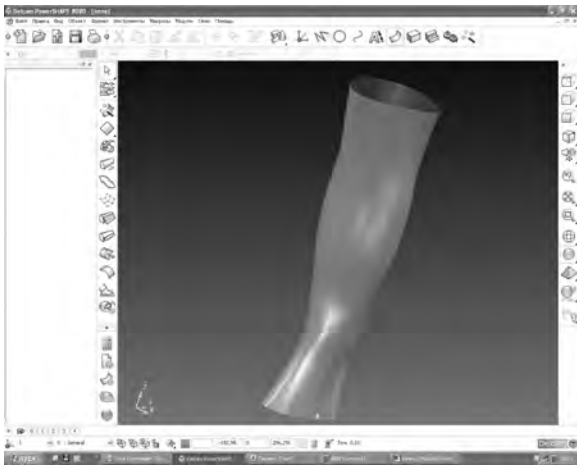


Рис. 3. Результат импорта модели голени

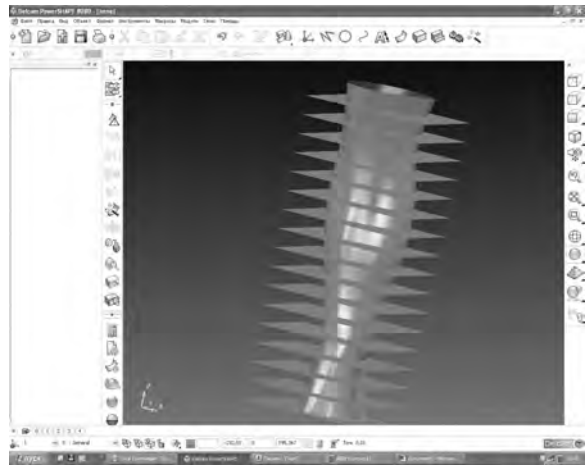


Рис. 4. Построение поперечных плоскостей

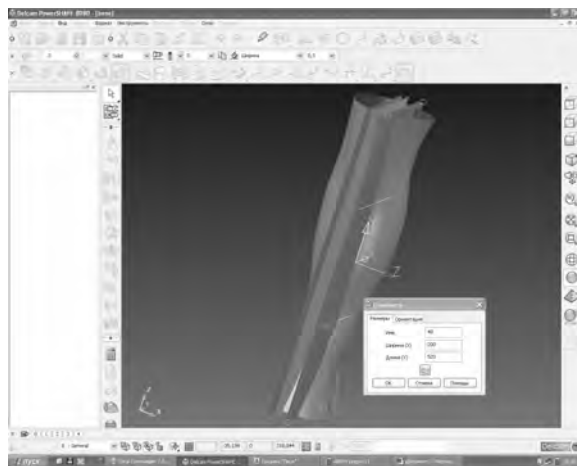


Рис. 5. Построение продольных плоскостей

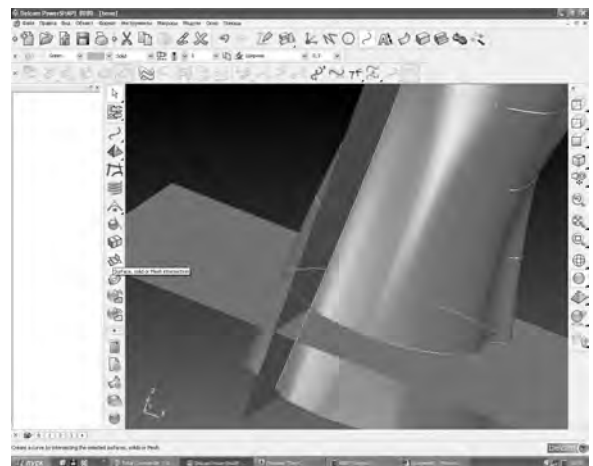


Рис. 6. Построение линий пересечения поперечных и продольных плоскостей с моделью голени

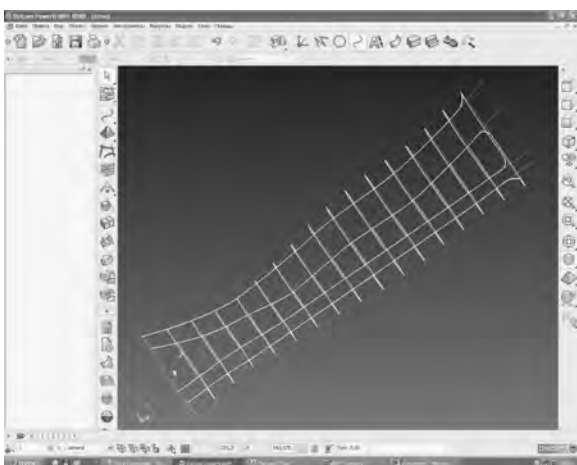


Рис. 7. Построение направляющих

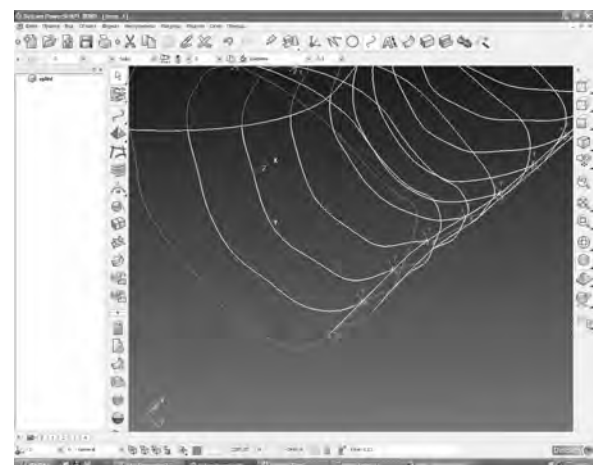


Рис. 8. Построение сечений проволоки каркасов правой и левой частей шины

Построение поверхностной модели элементов шины будем вести “по направляющей линии”. Для этого, кроме направляющих, необходимо построить сечение, движением которого вдоль направляющей создается требуемая поверхность. Диаметр проволоки каркаса шины равен 4 мм. У оснований направляющих наружного и внутреннего каркасов шины (рис. 8) проводим две окружности  $\varnothing 4$  мм таким образом, чтобы они касались направляющих снаружи модели голени.

Диаметр проволоки “ступенек” шины равен 2 мм. Для построения сечений “ступенек” у оснований каждой направляющей создаем локальные системы координат, направленные осью Z по касательной к направляющей (рис. 9). В каждой из этих систем координат проводим окружность  $\varnothing 2$  мм таким образом, чтобы центр окружности находился на направляющей.

После этого создаем поверхностные модели каждого элемента шины, используя в мастере создания поверхностей опцию “поверхность по направляющей” (рис. 10).

Теперь при помощи команды “создания твердого тела из поверхности” конвертируем каждую поверхность в твердое тело (рис. 11).

Поскольку “ступеньки” шины крепятся к каркасу при помощи сварки, для создания сборки объединяем ступеньки и каркас каждой части шины в компоненты при помощи опции “создать компонент из выбранных твердых тел” (рис. 12).

Результат построения твердотельной модели лестничной шины показан на рис. 13.

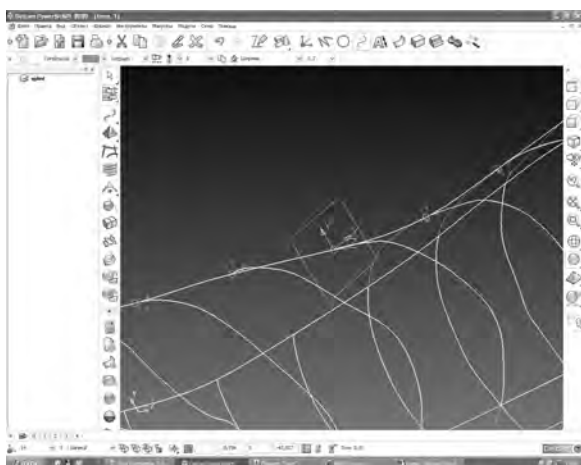


Рис. 9. Построение сечений “ступенек” шины

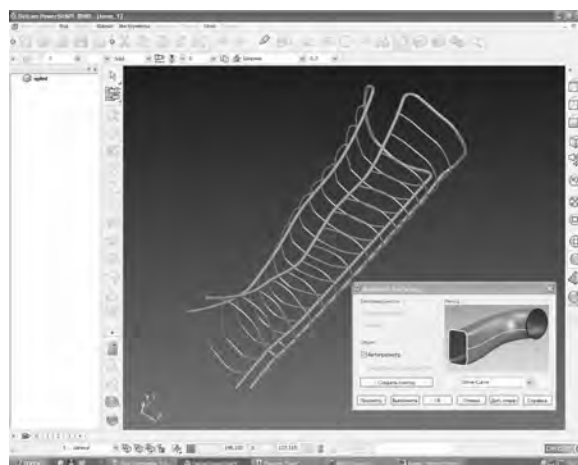


Рис. 10. Построение поверхностной модели лестничной шины

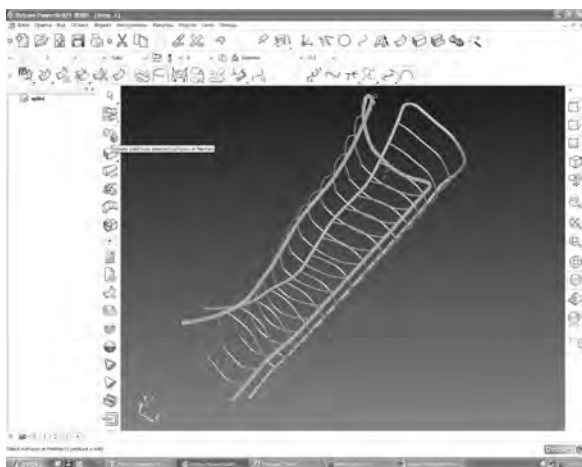


Рис. 11. Конвертирование поверхностей в твердые тела

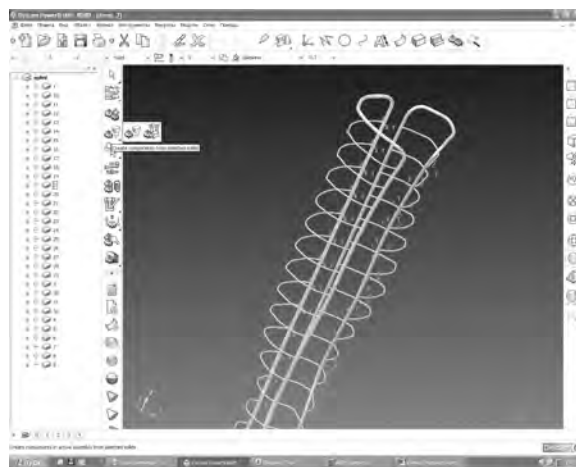


Рис. 12. Создание сборки наружной и внутренней частей шины

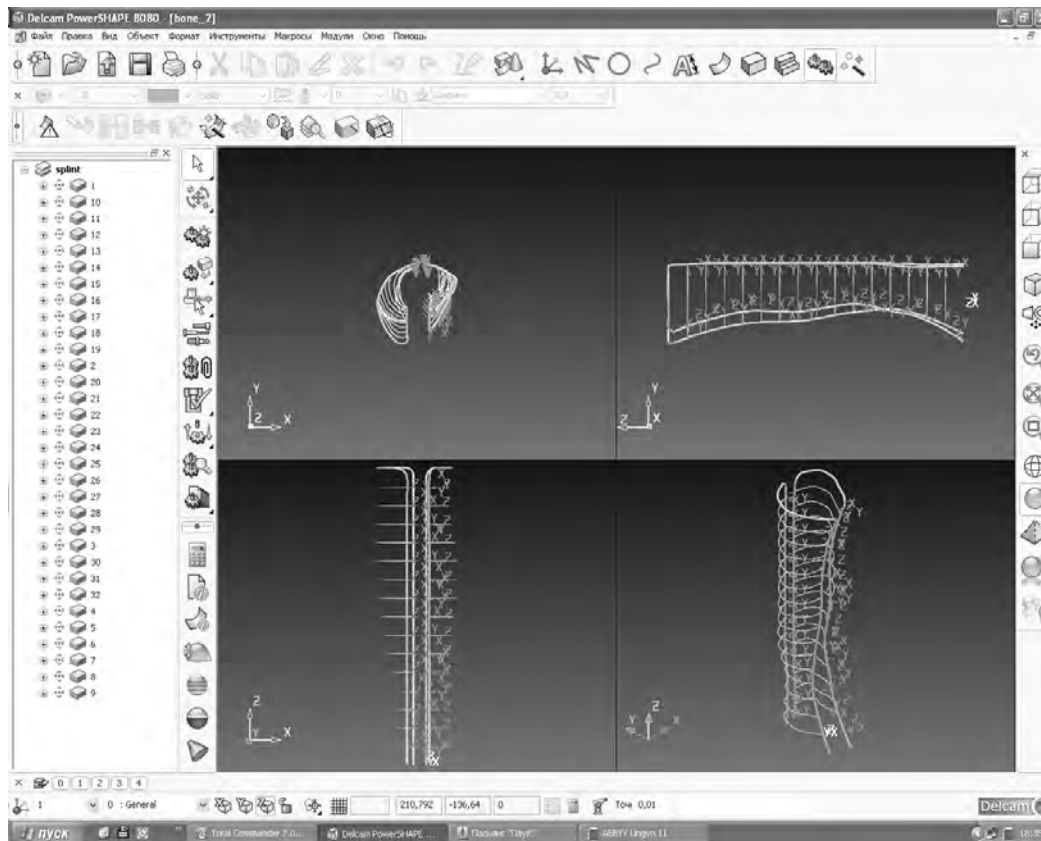


Рис. 13. Твёрдотельная модель лестничной шины

**Результаты машинного эксперимента.** Машинный эксперимент проводился при условиях фиксации голени лестничной шиной (шиной Крамера) и перевозке пострадавшего санитарным автомобилем УАЗ 452А при скорости около 50 км/ч по проселочной дороге с дернисто-подзолистой почвой (наша полоса). При этом возникают инерционные ускорения (от ям и бугров), составляющие около 3,6 g.

В результате эксперимента было выявлено, что фиксированный такими шинами перелом костей голени дает смещение между отломками около 5 мм. Это является неудовлетворительным. Поэтому необходимо совершенствовать конструкцию фиксирующего устройства.

**Вывод.** На примере использования PowerShape создана твердотельная модель одного из фиксирующих устройств для транспортировки больных с поврежденными конечностями – лестничная шина. Полученная модель может экспортироваться в формат, с которым работает ANSYS, для проведения машинного эксперимента. Такой подход значительно экономит время создания новых устройств, в частности устройств временной иммобилизации поврежденных конечностей, и значительно снижает количество экспериментов на живых людях.

1. Анкин Л.Н., Анкин Н.Л. *Практическая Травматология. Европейские стандарты диагностики и лечения.* – М.: Книга-плюс, 2002. – 480 с. 2. Медведев Ф.В., Нагаев И.В. *Автоматизированное проектирование и производство деталей сложной геометрии на базе программного комплекса PowerSolution: Учеб. пособие / Под общ. ред. А.Г. Громашева.* – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005 – 167 с. 3. *PowerShape – керівництво користувача.*