

Штамповка в производстве протезов костей и суставов

Студент гр. 10402119 Биленко Ю.Э.
 Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет

Эндопротезирование сустава – это один из самых современных методов оперативного лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата, в ходе которого патологически измененные структуры, образующие сустав, заменяются на искусственные протезы, которые имеют анатомическую форму здорового сустава и позволяют выполнять весь объём движений [1].

Исходя из возраста и рода деятельности человека, могут устанавливаться как временные протезы со сроком эксплуатации до 20 лет, так и постоянные с сроком эксплуатации вплоть до смерти человека. Различия между временным имплантом и постоянным в основном заключаются в длине устанавливаемой ножки. У временных протезов ножка короче, что позволяет в большей степени сохранить кости человека. В постоянных же ножка длиннее, что в большей степени изменяет кость человека, но в то же время куда надёжнее.

На рисунке 1 представлена чаша после штамповки и уже слесарно-обработанная чаша. Как видно основной целью штамповки является снижения расходов и ускорение производства, благодаря уменьшению объёма используемого металла.



Рисунок 1– Примеры чашек эндопротезов

Материалы, из которых изготавливают современные эндопротезы суставов, обладают высокой прочностью и хорошей приживаемостью в организме человека. Металлические эндопротезы изготавливают из различных нержавеющей стальных сплавов. Они фиксируются к кости с помощью специального костного цемента. Для изготовления компонентов эндопротезов используют сплавы титана. А для изготовления поверхностей скольжения применяют сверхпрочный полиэтилен и алюмооксидную керамику, кобальт, хром, керамизированный металл OXINIUM. Эти материалы обладают хорошей износостойкостью, а также легко поддаются обработке для достижения хорошего сопряжения компонентов протеза [2].

Круг материалов, совместимых с телом человека, достаточно ограничен, поэтому мы будем рассматривать работа посвящена исследованию процесса горячей объемной штамповки поковок эндопротезов из высокопрочного деформируемого титанового сплава ВТ6. Сплавы типа ВТ6, принадлежащие к $\alpha+\beta$ -классу, относятся к числу наиболее распространенных титановых сплавов. Их используют для изготовления крупногабаритных сварных и сборных конструкций летательных аппаратов, баллонов, работающих под внутренним давлением в широком интервале температур (от -196 до $+450$ °С), и целого ряда других конструктивных элементов авиационной, ракетной и гражданской техники. Около 50 % используемого в авиакосмической промышленности титана приходится на сплав ВТ6.

Эффективным методом обработки указанного материала является горячая объемная штамповка, улучшающей структуру, свойства и эксплуатационных характеристики изделий,

что обуславливает значительное повышение технико-экономических показателей производства [3].

Температурный интервал горячей штамповки титана и его сплавов близок к температурному интервалуковки. Основными факторами, определяющими характер структуры титановых сплавов, являются температура, степень и скорость деформации. Низкая теплопроводность титана и высокий коэффициент трения между металлом и инструментом приводят к неравномерности деформации и к неоднородности структуры и свойств в объеме штампуемой заготовки. Разнозернистость по сечению детали является следствием того, что наравне с зонами интенсивного течения металла в заготовке образуются области затруднённой деформации. Поскольку в процессе деформации наблюдается тепловой эффект, температура заготовки повышается. При этом в зонах интенсивной деформации, где локализуется тепловой эффект, температура металла может значительно превышать температуру фазового превращения сплава. В зонах затруднённой деформации образуется крупнозернистая структура с пониженной пластичностью и выносливостью. Снижение температуры нагрева под штамповку может в определённой степени исключить опасность местного перегрева заготовки. Однако снижение температуры приводит к увеличению сопротивления деформированию, износа инструмента, расхода энергии, необходимости использовать более мощное оборудование [4].

Штамповку титановых заготовок осуществляют на гидравлических и кривошипных прессах. При штамповке на прессах металл деформируется приблизительно в 1,5 раза проще, чем на молотах, что повышает стойкость штамповой оснастки, а также опасность перегрева металла и превышения температуры β -превращения. При штамповке на гидравлических прессах происходит более равномерная деформация и проработка структуры. Пластичность титановых сплавов при штамповке на прессах увеличивается на 10–20 %.

Наиболее рациональным для эффективного производства эндопротезов тазобедренного сустава из титанового сплава ВТ6 может быть технология горячей объемной штамповки.

Список использованных источников

1 Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.orthoscheb.com/technology/endoprotezirovanie-sustavov>. – Дата доступа: 08. 02. 2023.

2 Научный журнал Успехи современного естествознания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35400>. – Дата доступа: 08. 02. 2023.

3 Центральный металлический портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://metallichekiy-portal.ru/marki_metallovtitVT6. – Дата доступа: 08. 02. 2023.

4 Новостной портал Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/titany-meditsinskoymysli.html>. – Дата доступа: 08. 02. 2023.