

УДК 621.01

УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЕМ ДВУХКОЛЕСНЫХ МОБИЛЬНЫХ МАШИН.

Широков Б.Н., студент, Михальцевич Н.Р., аспирант, Иванов В.Г., доцент
Кафедра «Автомобили»

Введение

По прогнозам ведущих европейских автомобильных компаний к 2020 году количество механических транспортных средств увеличится практически в два раза. Около 70 % от общего объема будут составлять двухколесные мобильные машины (мотоциклы, скутеры, мокики, мотороллеры).

В связи с этим к данным транспортным средствам будут предъявлены новые требования, касающиеся их активной безопасности, предположительно такие же как сейчас по отношению к легковым автомобилям.

Ожидается, что установка АБС на транспортные средства категории L будет обязательной к 2010 г. Необходимость в этом может быть подкреплена следующими данными:

1) доля погибших в мотоциклетных авариях составляет около 16%. Данная цифра имеет тенденцию к увеличению, так как количество двухколесных мобильных машин в общем транспортном потоке значительно растёт. Например, за последние 10 лет в Германии рост составил свыше 210% для мотоциклов и только до 120% для легковых автомобилей;

2) установлено, что в 30% аварий с мотоциклами причиной было неправильное управление водителя применительно к текущим сцепным условиям дороги;

3) исследования по безопасности на транспорте показывают, что одним из главных факторов мотоциклетных аварий является некорректное использование тормозов. Свыше 1/3 всех мотоциклистов используют только задние тормоза, 11% - только передние тормоза. Правильное управление тормозами позволило бы, по прогнозам, предотвратить до 30% аварий.

Антиблокировочных системы для двухколесной техники не имеют такого широкого распространения, как автомобильные. В основном это связано с отсутствием необходимой базы для создания алгоритмов работы данных систем. Именно этим можно объяснить тот факт, что первая в мире антиблокировочная тормозная система для мотоциклов появилась в 1988 году, это была система,

разработанная совместно компаниями BMW и FAG, система предлагалась для установки на мотоцикл BMW K100. Данная система имела большой успех, в 1989 году приблизительно 70% всех мотоциклов этой модели были оснащены АБС. С 1990 года система начинает устанавливаться на модель K75. К моменту модернизации системы было выпущено около 60000 мотоциклов с АБС. Конструктивная схема данной системы представлена на рис. 1 [1].

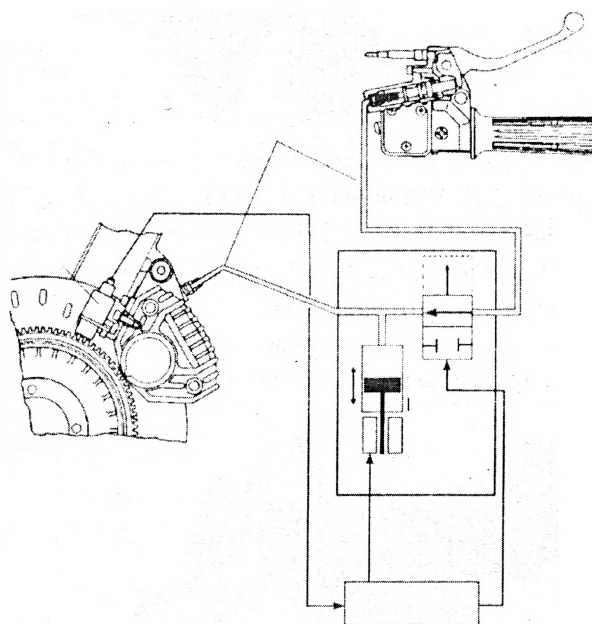


Рис. 1. Схема антиблокировочной системы BMW ABS

Система BMW ABS I использовала двухпозиционный переключатель и электромагнитный плунжерный клапан для поддержания необходимого давления в тормозном механизме. Данная АБС базировалась на стандартной гидравлической тормозной системе, по аналогу с автомобильными системами, в конструкцию введен датчик угловой скорости, связанный с блоком управления. В свою очередь блок управления выработывает управляющий сигнал для переключателя и плунжерного клапана.

В 1993 году на свет появилась система ABS II, изначально она устанавливалась на новую модель

R 1100 RS. Главные отличия данной системы: она имела меньший вес, более компактные размеры, и самое главное новый блок управления (цифровой, на АБС первого поколения устанавливался аналоговый контроллер). К 1999 году система устанавливалась как стандартное оборудование на модели R 1100 RT, K 1200 RS и K 1200 LT, и как дополнительное оборудование на все остальные модели, за исключением F 650 GS и BMW C1, для данных моделей был перепрограммирован блок управления, и они получили систему с 2000 года. Схема данной системы представлена на рис. 2 [1].

Данная система презентовалась на моделях K 1200 LT, K 1150 и K 1200 RS и как дополнительное оборудование на R 1100 S в рамках выставки INTERMOT (Мюнхене 13-17 сентября 2000). С 2001 года эта система устанавливается на все модели компании.

Антиблокировочная система содержит: электрогидравлический усилитель тормозов, интегральную тормозную систему (рычаг ручного или педаль ножного тормоза вызывают одновременное срабатывание переднего и заднего тормозных механизмов), адаптивный

i, рис. 3.

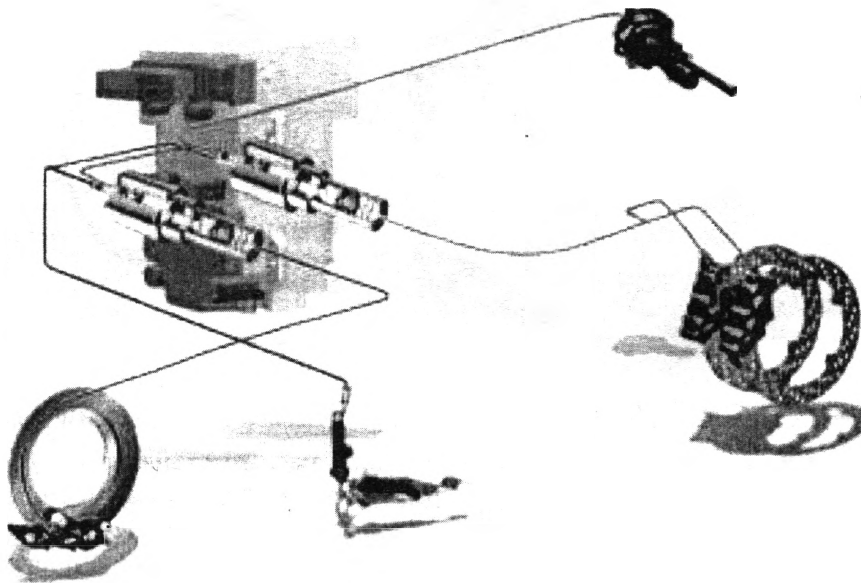


Рис. 2. Схема антиблокировочной системы BMW ABS II

В данной системе используется модулятор с клапаном, который работает от воздействия давления от исполнительного механизма с одной стороны и от плунжера с другой стороны (наподобие BMW ABS I), но плунжер управляется не электромагнитом, как в предыдущей версии, а шаговым электродвигателем. Использование электродвигателя позволяет более точно поддерживать давление в тормозном механизме в режиме «удержания» давления.

тормозных усилий, рис. 3.

Однако данные системы имели один недостаток, они замечательно работали при торможении на прямых в независимости от коэффициента сцепления, позволяли производить торможение без блокировки колес, сохраняя устойчивость движения без снижения тормозной эффективности. Но при торможении в поворотах данные системы не всегда оказывались работоспособными. Зная это, инженерами немецкой компании в конце 2000, была разработана новая антиблокировочная система третьего поколения ABS I I I.

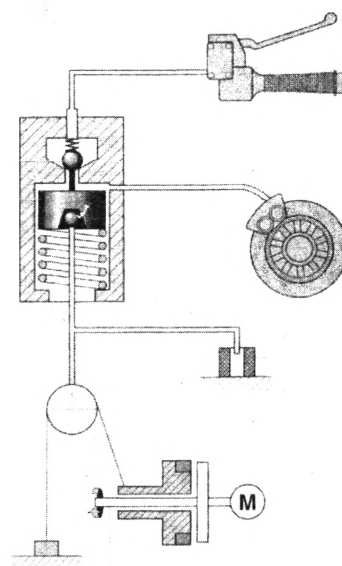


Рис. 3. Тормозная система с АБС- BMW ABS III Integral

Установочная схема представлена на рис. 4, на примере мотоцикла BMW K 1200 LT.

Вся управляющая электроника расположена в одном корпусе с модулятором, что сделало систему очень компактной.

при криволинейном движении [2].

Кроме мотоциклов компании BMW, система ABS устанавливалась на мотоцикл HONDA Gold Wing и ST 1300, система является модификацией автомобильной ABS Honda ABS 4w ALB 2, ввиду

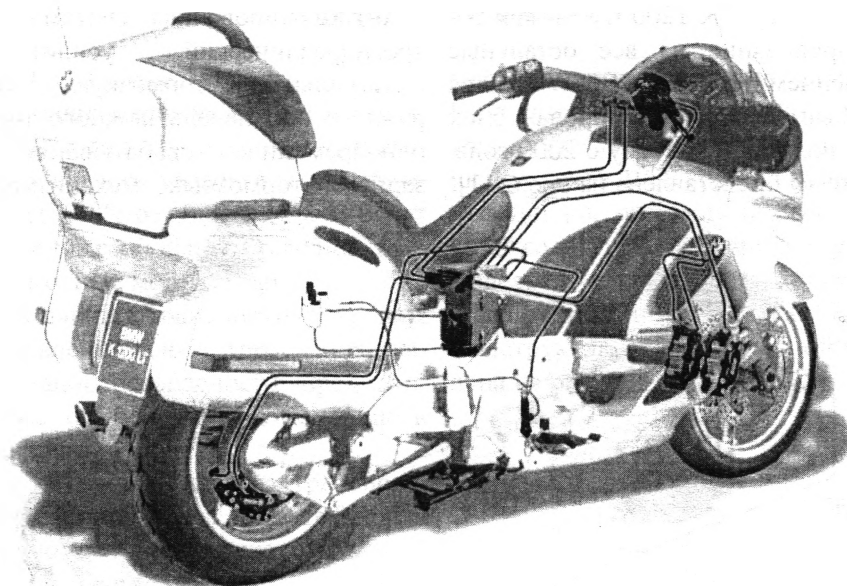


Рис. 4. Структурная схема модели BMW K 1200 LT, с установленной системой BMW ABS III Integral

На рис. 5 представлена принципиальная схема системы.

Данная версия антиблокировочной системы позволяет обеспечить устойчивость мотоцикла при торможении на дорогах с любыми коэффициентами сцепления, как при прямолинейном так и

большой массы мотоцикла и геометрических параметров, для модернизации системы понадобился только новый блок управления, рассчитанный на управление торможением двух колес. Однако данная система не позволяла обеспечить устойчивость при торможении на криволинейных уча-

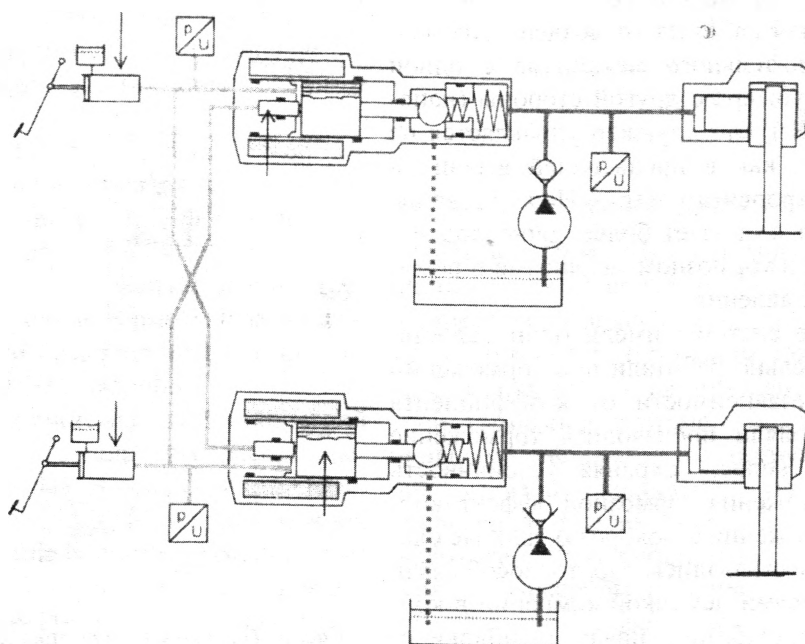


Рис. 5. Схема антиблокировочной системы BMW ABS III Integral

стках. Принципиальная схема АБС Honda, представлена на рис. 6 [1].

В настоящее время антиблокировочные тормозные системы представлены практически каждой компанией занимающейся производством мотоциклов. Как пример мотоцикл, мотоцикл Yamaha FJR 1300.

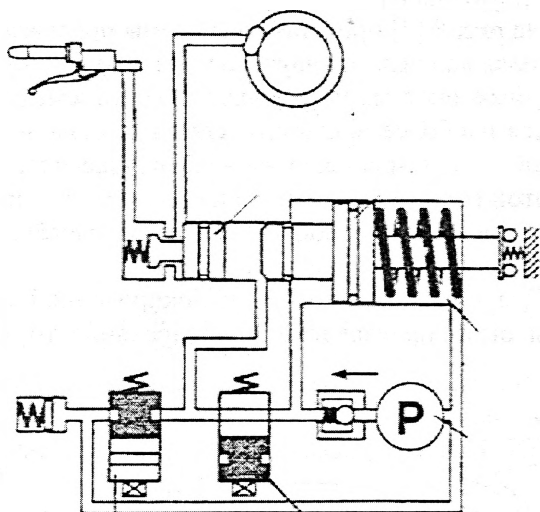


Рис. 6. Принципиальная схема АБС Honda

На мотоцикле Yamaha FJR 1300, вместе с системой АБС используются тормозные диски новой конструкции, их применение способствовало получению лучших тормозных характеристик. Принципиальная схема антиблокировочной системы, предлагаемой фирмой Yamaha, представлена на рис. 7.

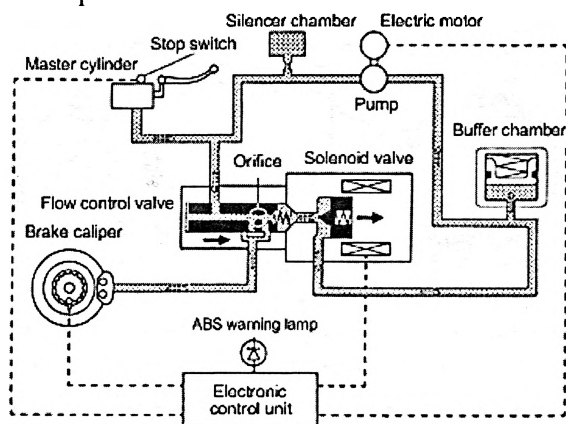


Рис. 7. Принципиальная схема антиблокировочной системы фирмы Yamaha

Данная система состоит из тормозного цилиндра, модулятора с соленоидным клапаном, гидроаккумулятора, электрического нагнетательного насоса, электронного блока управления с датчиком угловой скорости колеса. Принцип работы системы заключается в следующем, при торможении давление от ручного тормоза передается непосредственно к тормозному механизму, как только колесо начинает блокироваться информация от датчика угловой скорости поступает в блок управления, а оттуда идет управляющий сигнал на модулятор, соленоидный клапан перекрывает нагнетательную магистраль, и жидкость поступает на слив, как только колесо разблокировалось происходит обратный процесс, и так процессы повторяются циклически до полной остановки. Как видно принцип работы данной системы, схож с автомобильными антиблокировочными системами, однако в отличие от данных систем специалисты компании разработали совершенно новый блок управления, отражающий всю специфику движения, возникающую при торможении двухколесного транспортного средства. Также были разработаны новый гидравлический и электронный блоки управления, они обладают малой массой и размерами.

Кроме того, инженерами проводились испытания тормозной системы данного мотоцикла с системой АБС и без нее, результаты представлены в табл. 1 торможение проводилось со скорости 80 км/ч и 120 км/ч соответственно.

Анализируя значения, приведенные в табл. 1, можно сделать вывод, что применение АБС позволяет в значительной мере повысить уровень безопасности движения двухколесных транспортных средств [1].

Однако производство антиблокировочных систем (АБС) потребует проведения исследований устойчивости мотоциклов при торможении. Применение алгоритмов работы антиблокировочных систем автомобилей для данного класса транспортных средств недопустимо. Качение колеса для автомобиля и для двухколесной машины имеет принципиальное различие, незначительные углы наклона шкворня в продольной и поперечной плоскости у легкового автомобиля позволяют рассматривать процесс торможения, пренебрегая

Таблица.1

Скорость торможения 80 км/ч		Скорость торможения 120км/ч	
Тормозная система с АБС	Тормозная система без АБС	Тормозная система с АБС	Тормозная система без АБС
Торм.путь 22,3 м	Торм. путь 30 м	Торм.путь 23,5 м	Торм.путь 34,6 м

смещением пятна контакта. В противоположность этому у мотоциклов практически всегда имеет место движение колеса с боковым уводом, а при криволинейном манёвре — дополнительно с большим наклоном. Также особенностью двухколесной техники является то, что блокировка переднего колеса приведет к потере управляемости, заносу, а при торможении с большой начальной скорости — к опрокидыванию мотоцикла.

Принципы регулирования для антиблокировочных систем мотоциклов.

Принципиальная особенность тормозной системы мобильных двухколесных машин состоит в раздельном управлении передним и задним контурами. Обычно переднее колесо тормозится ручным тормозом, заднее колесо — ножным тормозом. Это позволяет принципиально реализовыв-

ать системы автоматического управления торможением для двухколесной техники двумя путями, как одноканальные и двухканальные АБС. Анализ существующих и перспективных конструкций АБС для мотоциклов позволяет в общем случае разделить их на:

- одноканальные системы;
- двухканальные системы.

На рис. 8 [3] представлены схемы предлагаемых одноканальных и двухканальных антиблокировочных систем. Одноканальные системы, являющиеся наиболее предпочтительными с экономической точки зрения, в данном случае стоимость мотоцикла значительно не возрастает, что является наиболее предпочтительным для мотоциклов отечественного производства.

Для одноканальной антиблокировочной системы было произведено моделирование торможения

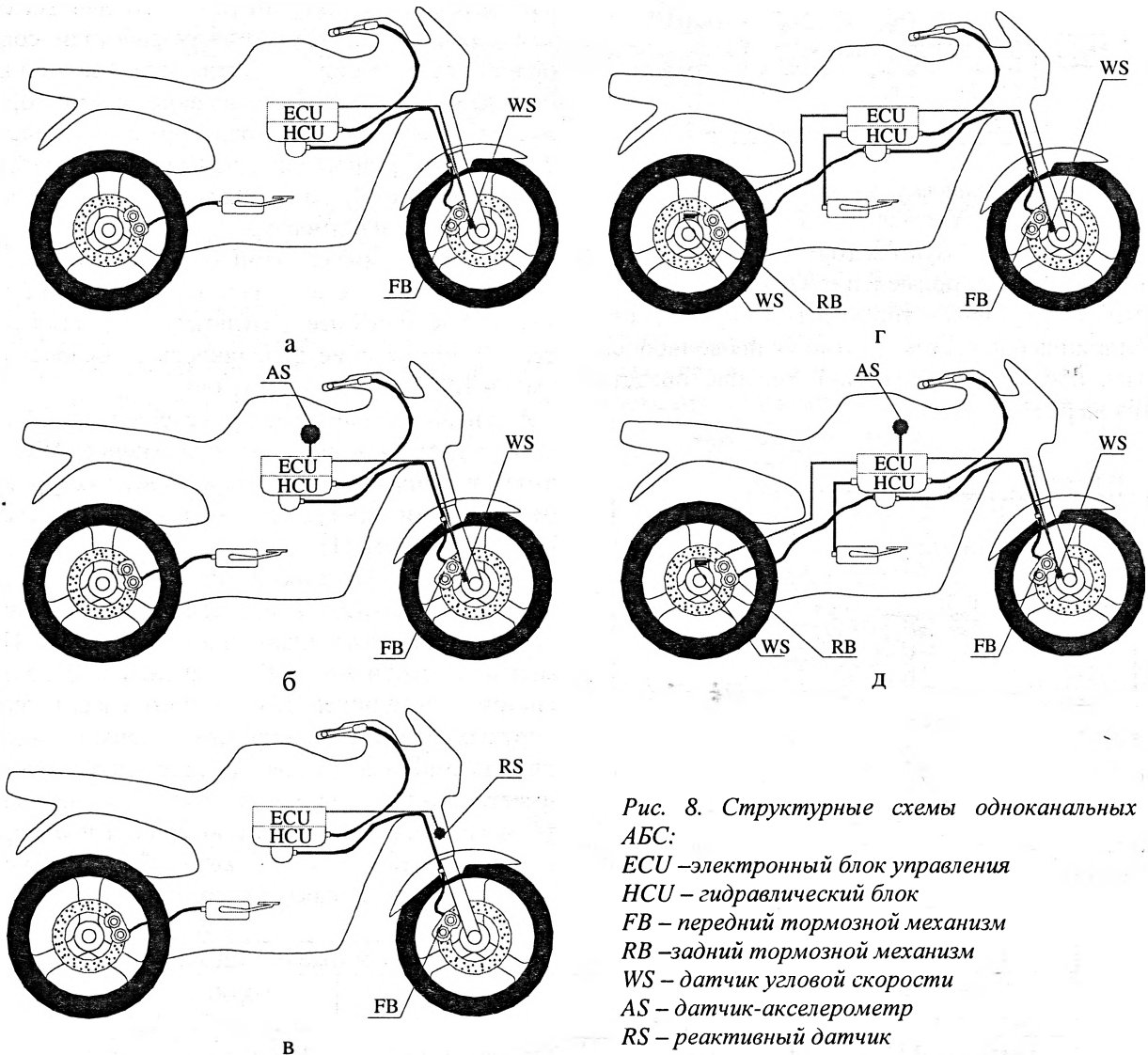


Рис. 8. Структурные схемы одноканальных АБС:

- ECU — электронный блок управления
- HCU — гидравлический блок
- FB — передний тормозной механизм
- RB — задний тормозной механизм
- WS — датчик угловой скорости
- AS — датчик-акселерометр
- RS — реактивный датчик

ния 125 cc мотоцикла «Минск 3.114» производства МОТОВЕЛО (Производство РБ).

Краткие данные объекта моделирования: полная масса 125,3 кг; радиус колеса 0,2952 м; момент инерции колеса 0,84 кг·м²; максимальное давление в тормозной системе 10 МПа.

Моделирование проводилось с использованием пакета Matlab.

Моделирование АБС для мотоцикла показало, что для управления торможением может быть использован алгоритм с регулированием по коэффициенту сцепления шины с дорогой. В результате обеспечивается работа колеса в узкой области проскальзывания с одновременным обеспечением высокой тормозной эффективности.

Заключение

Таким образом, по результатам работы можно сделать следующие выводы:

1) для повышения эффективности торможения с сохранением устойчивости, на двухколесные мобильные машины необходима установка АБС.

Наиболее целесообразным является использование АБС, разработанных на основе градиентного метода регулирования;

2) для проектных расчетов АБС двухколесных мобильных машин целесообразно использовать пакет математического моделирования Matlab, который позволяет проводить быструю и эффективную оценку взаимодействия колеса с дорогой в режиме АБС – регулирования.

Литература

1. Jurgen Stoffregen. Motorradtechnik ATZMTZ-Fachbuch.
2. Das neue Integral ABS von BMW Motorrad. ATZ № 3, 2001, p. 200-208.
3. Ivanov Valentin, Mikhaltsevich Mikalai. ACTIVE SAFETY AND BRAKING CONTROL FOR TWO-WHEEL VEHICLES. Proc. of 9th European Automotive Congress. Conference 2 «Safety-Current trends and future challenges». Paris: 2003. P. 51.

ИМПЛАНТАНТЫ ИЗ ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ

(Обзор литературы)

Ивашко В.В., Красиков В.Л.

Физико-технический институт НАН Беларуси

Вопросы применения титана и его сплавов в качестве имплантантов обсуждаются уже давно. Важнейшие требования, предъявляемые к имплантантам — это биологическая совместимость, механическая и циклическая прочность, износостойкость.

Биологическую совместимость материалов оценивают по коррозионной стойкости и токсичности. Результаты опытов, представленные в работе [1], показывают, что по характеру взаимодействия продуктов коррозии с биологическими тканями все металлы можно разделить на три группы: биологически совместимые или инертные — Ti, Zr, Nb, Ta, Pt; условно биосовместимые через капсулу из соединительной ткани - Fe, Mo, Al и биологически несовместимые — Cr, Co, Ni, V.

Весьма широкое распространение в качестве имплантантурируемых материалов находят технически чистый титан и его сплавы. Длительные исследования показали, что в некоторых случаях они служат достаточно долго. Наиболее успешным оказалось применение титановых сплавов в

зубном протезировании, где они могут служить без замены 10-15 лет. Для соединения костей широко применяют технический титан BT1-00 и BT1-0, а также титановый сплав Ti-6Al-4V [2]. Титан и его сплавы характеризуются высокой коррозионной стойкостью за счет самопассивации, т.е. образования тонкой пленки оксидов. Пленка, образованная на поверхности титана, препятствует выходу ионов реагирующих компонентов из имплантанта и обеспечивает хорошую биосовместимость. Титан нетоксичен, комиссией ООН в 1984 г. признан нетоксичным и сплав Ti-6Al-4V, который в последнее время является одним из важнейших материалов для силовых эндопротезов.

Надежная биосовместимость титановых сплавов сохраняется до тех пор, пока не нарушится механическая устойчивость поверхностной пленки оксида. Поскольку в организме человека некоторые имплантанты работают в условиях трения, то применение титановых сплавов в таких узлах не рекомендуется. С этой целью применяют про-