

# Планетарные редукторы для горизонтальных шаровых мельниц

**РЕФЕРАТ.** В статье рассмотрены конструкция и работа планетарных редукторов MAAG типа CPU для горизонтальных шаровых мельниц с центральным расположением привода. Показаны преимущества таких редукторов.

Статья написана по материалам, предоставленным фирмой MAAG GEAR AG.

Фирма MAAG Gear AG имеет длительную славную историю производства редукторов для цементных мельниц для международной цементной индустрии. Долгие годы имя MAAG остается символом самых передовых технологий зубообработки, динамичных инноваций и внимательного сервиса. Опыт, новые технические решения и последние технологии производства регулярно внедряются в производственный процесс.

Известны рекорды долговечности при эксплуатации наших мельничных редукторов в самых тяжелых условиях, что позволило нам получить заказы многих известных разработчиков цементных заводов и производителей цемента на наши продукты и технологии. Сегодня это не просто довольные клиенты – они полностью полагаются на наш опыт, особенно когда сталкиваются с проблемами покупки новых или замены старых редукторных систем для горизонтальных мельниц.

Рассмотрим внимательно конструкцию работающего при высокой нагрузке планетарного редуктора типа CPU для горизонтальных

сырьевых/цементных мельниц, которую MAAG Gear с большим успехом внедряет для цементной промышленности, начиная с 1965 г. В настоящее время уже более 180 сырьевых и цементных мельниц эксплуатируются с цен-

тральным редукторным приводом CPU, общее время их работы составило более 19 млн ч.

Конструкция двухступенчатого планетарного редуктора CPU, специально разработанного для привода горизонтальных шаровых мельниц, гарантирует оптимальную передачу мощности в диапазоне 1000–10000 кВт. Конструкция оптимизирована так, чтобы соответствовать передаваемой мощности, скорости электродвигателя/мельницы и местным условиям.

Редуктор CPU содержит две ступени (рис. 1), корпуса которых соединены болтами.

Внутренняя зубчатая муфта гарантирует передачу крутящего момента без побочных сил от

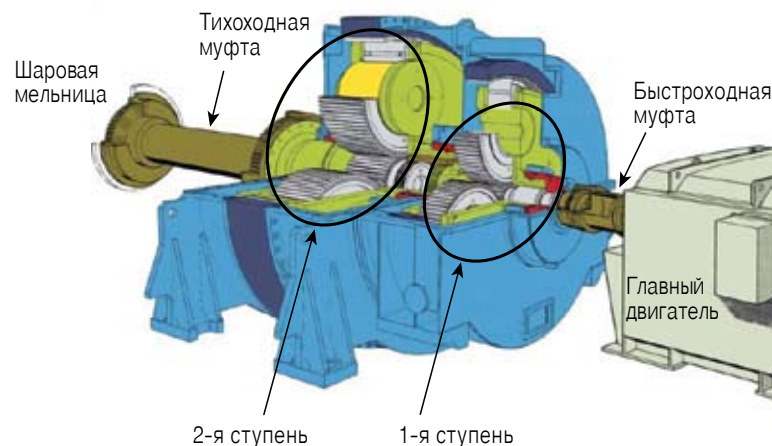


Рис. 1. Привод мельницы с редуктором CPU

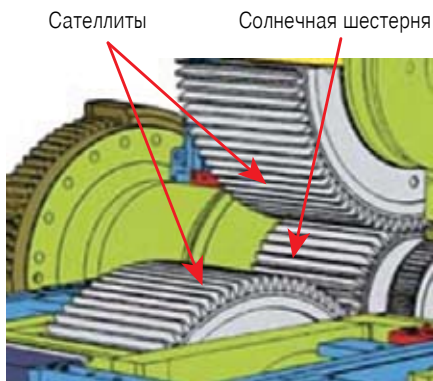


Рис. 2. Солнечная шестерня и сателлиты

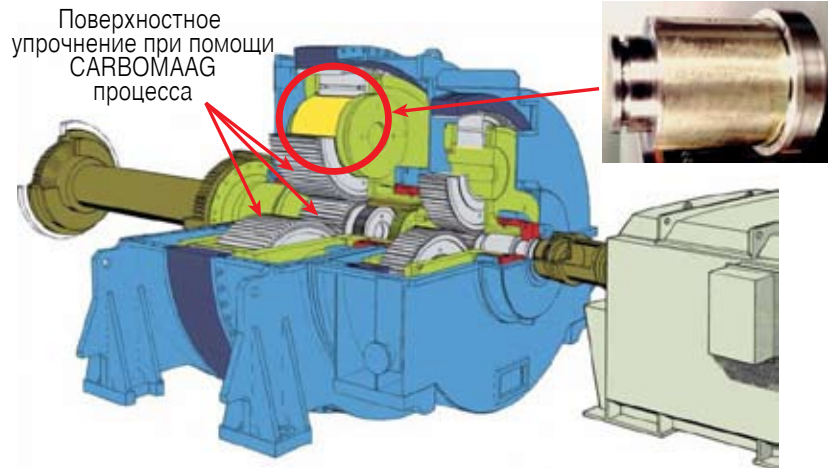


Рис. 3. Подшипники и термообработка зубьев.

первой планетарной ступени ко второй. Редуктор опирается на фундамент четырьмя лапами и крепится к нему с помощью четырех болтов.

Результаты – простое выравнивание и короткое время монтажа.

Редуктор устанавливается между главным электродвигателем и шаровой мельницей.

Комплект группы привода расположен соосно и содержит:

- зубчатую быстроходную муфту;
- 1-ю ступень планетарной передачи;
- 2-ю ступень планетарной передачи;
- зубчатую тихоходную муфту с промежуточным торсионным валом.

Прочные разделяемые корпуса планетарных ступеней представляют собой стальные сварные конструкции.

Главными компонентами двух ступеней являются солнечная шестерня с тремя планетарными колесами – сателлитами (рис. 2) и корона с внутренним зубчатым зацеплением. Прямозубчатая зубчатая передача имеет в результате минимальное количество частей, что ведет к простоте конструкции. Не требуются осевые упоры и нет проблем с распределением нагрузки на зубья.

Один плавающий компонент обеспечивает распределение нагрузки между са-

теллитами. В большинстве случаев таким плавающим компонентом является солнечное колесо. Оптимизированная конструкция короны также придает дополнительную эластичность.

Прямые зубья солнечной шестерни и сателлитов обеих ступеней поверхностно упрочнены (цементируются) с помощью специально разработанного MAAG и запатентованного процесса термообработки (рис. 3). Профиль зубьев шлифуется на шлифовальных станках MAAG SE-202 и SE-402 с достижением уровня качества Q3 или лучше. AGMA service factors всегда больше 2.5. Поверхность зубьев солнечной шестерни имеет коррекцию зубьев одновременно по профилю и длине, чтобы полностью компенсировать деформации, возникающие под нагрузкой. Этот метод, основы которого заложил в 1913 г. своим патентом основатель фирмы д-р Макс Магг, гарантирует оптимальный контакт поверхностей зубьев и очень долгий срок службы. Благодаря этим инновациям, фирме MAAG удалось достичь в своем сегменте мировых рекордов по всем основным показателям: наибольших передаваемых мощностей и крутящих моментов, наибольших окружных скоростей в зацеплении и,

конечно же, наибольших сроков службы зубчатых передач.

Высококачественные подшипники скольжения имеют очень долгий срок службы и работают без износа. Они снабжены баббитовой футеровкой и пришабрены.

Планетарные валы также снабжены баббитовой футеровкой и пришабрены. Они собраны в прочном сварном точно обработанном планетарном водиле. Колесо с внутренними зубьями – корона (рис. 4) – подвергнута термообработке. Зубья прецизионно нарезаются на зубообрабатывающих станках MAAG специальным инструментом. Достигается уровень качества Q5 или лучше. Обе короны интегрированы в корпуса ступеней редуктора.

Первая ступень планетарного редуктора может быть демонтирована без перемещения или демонтажа других частей привода, что является большим преимуществом при техническом обслуживании (рис. 5).

Особенности расположения фундаментов (рис. 6):

- вспомогательный привод расположен после главного электродвигателя;
- система смазки в отдельной комнате, защищенной от пыли, ниже редуктора.



Рис. 4. Корона или колесо с внутренним зубом

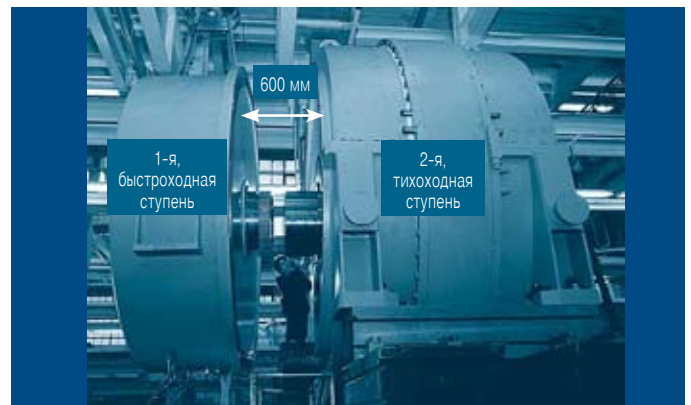


Рис. 5. Техобслуживание редуктора CPU

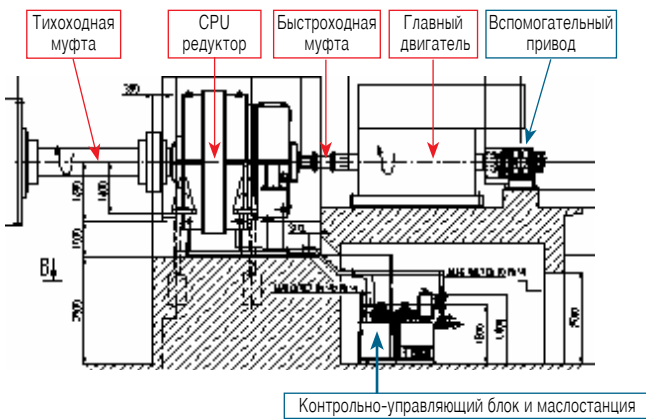


Рис. 6. Расположение фундаментов



Рис. 7. Муфта ZCF с промежуточным валом



Рис. 8. Вспомогательный привод

### Зубчатая муфта MAAG типа ZCF

Зубчатая муфта ZCF (рис. 7) устанавливается между мельницей и редуктором и имеет уникальную конструкцию MAAG, сочетающую высокую степень свободы с эффективной передачей крутящего момента. Термические расширения и механические отклонения, появляющиеся в процессе работы, компенсируются ZCF муфтой, и только крутящий момент передается от редуктора через торсионный вал. По запросу, для двухкамерных мельниц, на ZCF муфте может быть установлена система впрыска воды. Во время работ по техобслуживанию ZCF муфта остается на месте.

### Зубчатая муфта MAAG типа ZEXF

Редуктор соединяется с двигателем зубчатой муфтой ZEXF, специально сконструированной MAAG так, чтобы нагрузка равномерно распределялась между сателлитами первой ступени. Муфта имеет ограниченное осевое смещение и поэтому требуется упорный подшипник со стороны двигателя или редуктора. Простая разборка части барабана муфты позволяет перемещать первую планетарную ступень в сторону двигателя для проведения техобслуживания, позволяя глав-

ному электродвигателю оставаться при этом на своем месте.

### Вспомогательный привод

Во время техобслуживания шаровой мельницы различные работы требуют спокойного, медленного и точного позиционирования мельницы. Вспомогательный привод (рис. 8) облегчает эти операции, обеспечивая:

- интервальный поворот мельницы;
- плавный старт;
- остановку в определенной позиции с затормаживанием;
- автоматическое разъединение вспомогательного привода от главного электродвигателя при его пуске;
- функцию выравнивания.

MAAG в состоянии обеспечить все необходимое для технического обслуживания мельницы на Вашем предприятии. Безопасность персонала во время работ по обслуживанию является для нас наивысшим приоритетом.

Вспомогательный привод состоит из следующих компонентов:

- вспомогательного двигателя с back-stop устройством для предотвращения обратного вращения. Back-stop устройс-

тво позволяет осуществлять пошаговое вращение мельницы и ее остановку в любой удобной позиции;

- гидродинамической турбомуфты, обеспечивающей гибкое соединение между вспомогательным редуктором и вспомогательным двигателем;
- двухбашмакового тормоза с электрогидравлическим тормозным подъемным механизмом между вспомогательным приводом и главным электродвигателем. Тормоз позволяет останавливать мельницу в любой удобной позиции;
- вспомогательного редуктора между вспомогательным приводом и главным электродвигателем. Зубчатые колеса сделаны из специальных сталей, частично упрочнены. Корпус редуктора сделан из чугуна или стальной сварной, маслонепроницаемый, с подшипниками качения и смазкой разбрызгиванием;
- разъединительной муфты, управляемой вручную и расположенной между вспомогательным приводом и главным электродвигателем;
- фундаментной сварной стальной рамы, сделанной из конструкционной стали.

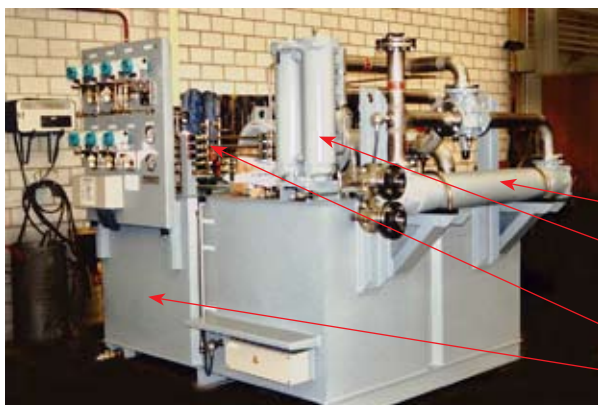
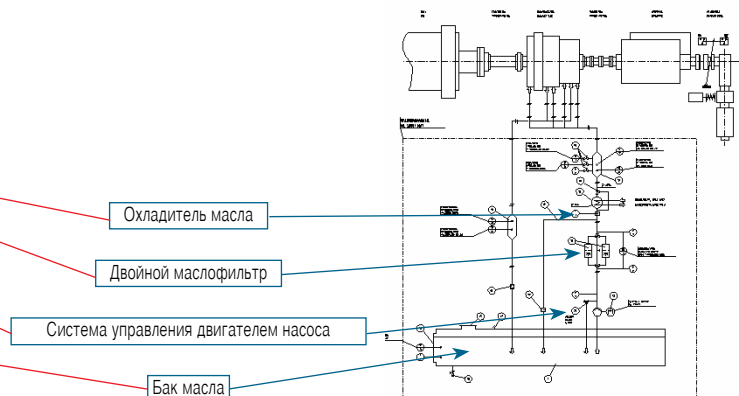


Рис. 9. Система смазки



**Пример расчета:** Мощность главного электродвигателя  $P = 5200$  кВт. Скорость мельницы  $n_2 = 14.7$  об/мин.  
 $P / n_2 = 353.7$   
**Выбираем:** CPU-38/B

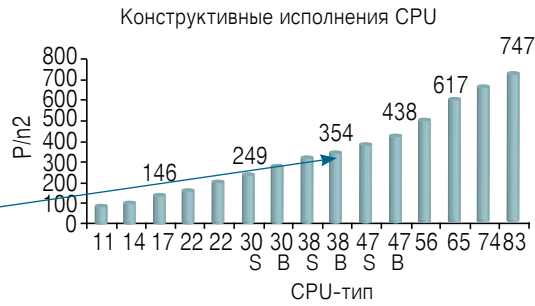


Рис. 10. Выбор типоразмера редуктора CPU

S: стандартный типоразмер  
B: большой типоразмер



Рис. 11. Тестовые испытания и приемка заказчиком – ОАО «Себряковцемент» – редуктора CPU-14 для цементной мельницы Ø3×14 м № 11

### Система смазки

Зубчатые колеса смазываются масляной системой закрытого цикла (рис. 9).

Маслостанция в идеале расположена под электродвигателем мельницы. Охлаждающая и/или подогревающая система – часть стандартного оборудования. Поэтому оптимальная рабочая температура гарантирована, независимо от колебаний температуры окружающей среды. Высокий КПД остается постоянным и надежность работы не уменьшается.

Масляная система управляется и диагностируется автоматически. Наивысший приоритет отдается гарантии надежности работы.

### CPU – выбор типоразмера

Наши клиенты могут очень просто предварительно выбрать необходимый им типоразмер редуктора CPU.

### Тестовый прогон без нагрузки на заводе MAAG

Ни один редуктор не покидает завод MAAG без прохождения тестовых испытаний на нашей испытательной установке. На заводе MAAG имеется испытательная лаборатория с новым высокотехнологичным оборудованием. Все наши покупатели приглашаются на тестовые испытания (рис. 11).

### Превосходство в качестве

Производство и все виды деятельности отслеживаются внутренней системой качества в строгом соответствии с ISO 9001.



Рис. 12. Контроль зубчатых колес на контрольно-измерительной машине в специальном термостабильном помещении

От начального запроса до ввода в эксплуатацию и сервисного обслуживания MAAG реализует политику 100% качества (рис. 12). Для нас качество – это не только проверка материалов и заключительный тестовый прогон, но также конструирование надежных, безопасных и эффективных зубчатых передач в течение всего срока их службы. Для изготовления зубчатых передач MAAG использует наивысшие внутренние стандарты качества MAAG, превышающие требования ISO и AGMA. Так мы обеспечиваем жизнеспособные продукты для наилучших условий окружающей среды.

### Время поставки

Благодаря постоянному мониторингу наших производственных графиков, нашим клиентам предоставляется актуальное состояние проекта в любое время.

### Сервис. Техобслуживание. Запчасти

Заботу обученного и квалифицированного персонала о клиенте гарантирует профессиональный послепродажный сервис.

Техническое обслуживание должно быть выполнено согласно инструкциям MAAG. Специальные сервисные контракты доступны по желанию клиента.

Запасные части доступны в течение всего жизненного цикла редуктора.

### Представительства

MAAG может контактировать в течение очень короткого времени через всемирную

сеть своих агентов. Официальный представитель MAAG Gear AG в России и СНГ – ООО «Свента-Техник».

Наши опытные специалисты готовы предоставить быструю и квалифицированную помощь в любое время.

Итак, основные преимущества планетарного редуктора CPU:

- передаваемая мощность в пределах 1000–10000 кВт;
- конструкция, учитывающая особенности покупателя;
- максимальная эффективность (реально подтвержденная);
- КПД  $\geq 98,9 \pm 0,1$ , подробнее см. статью в журнале «Цемент и его применение» № 2, 2007);
- высокая эксплуатационная надежность. Проверенная на опыте безаварийная эксплуатация. Остановки – только в строго назначенное время. Высокий коэффициент готовности к работе;
- подшипники зубчатых колес и валов очень долговечные;
- исключительно компактная конструкция, в 2–3 раза меньше по весу и габаритам, чем старые редукторы;
- удобство монтажа в короткое время;
- низкая стоимость технического обслуживания;
- всеобъемлющие сервисные пакеты доступны для гарантированного удовлетворения клиента в течение всего жизненного цикла редуктора.

Надеемся, что следующий редуктор MAAG будет поставлен на Ваш завод.



Рис. 13. Отгрузка редуктора со вспомогательным оборудованием с завода MAAG

### ООО «Свента-Техник»

официальный представитель MAAG Gear AG в России и СНГ.  
121099, Москва, Новинский бульвар, 15

Тел.: +7(495) 937-42-16,  
255-48-58

Факс: +7(495) 255-48-55

E-mail: info@sventa.ru

www.sventa-gear.ru