

Для различных типов манипуляторов и задач возможны различные формулы обратной кинематики. Например, для манипулятора с шестью степенями свободы обратная кинематика может быть решена аналитически или численно с использованием методов, таких как метод Ньютона-Рафсона или методы оптимизации. Кроме того, для манипуляторов с большим количеством степеней свободы или для задач с нестандартными условиями могут быть разработаны специализированные методы решения обратной кинематики [5].

Заключение: Теория механизмов играет ключевую роль в разработке и анализе механизмов роботов, определяя их функциональность, эффективность и надежность. Благодаря непрерывному развитию этой теории и применению передовых технологий, робототехнические системы становятся все более сложными и универсальными. Дальнейшие исследования в этой области позволят создавать более совершенные и адаптивные роботы, способные эффективно выполнять разнообразные задачи в различных условиях. Этот прогресс также содействует росту производительности и снижению затрат на разработку и эксплуатацию роботов. В конечном итоге, усовершенствование механизмов открывает новые перспективы для создания инновационных технологий, которые могут улучшить качество жизни и расширить область применения робототехники.

Список цитируемых источников

1. Смит, Дж. Робототехника: Основы анализа, дизайна и управления. Вильямс и Вилкинс, 2007. — Дата доступа: 21.02.2024.
2. Мехатроника и робототехника ATF [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://atf.ru/articles/materialy_dlya_tipovykh_uzlov_treniya/mekhatronika-i-robototekhnika-kak-perspektivnye-nauchnye-napravleniya/. — Дата доступа: 03.03.2024.
3. Робототехника // NSportal [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/dopolnitelnoe-obrazovanie/library/2021/12/20/prosteysie-mehanizmy-avtomaty-roboty>. — Дата доступа: 12.03.2024.
4. Механизмы роботов // GK-Drawing [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gk-drawing.ru/line-module/mechanisms/robot-mechanisms.php>. — Дата доступа: 16.03.2024.
5. Основы робототехники. Виды роботов. Теория робототехники // ROBO74 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://robo74.ru/news/osnovy-robototekhniki-vidy-robotov-teoriya-robototekhniki>. — Дата доступа: 20.03.2024.

УДК 378.14

П. Н. Палубец, Т. Я. Богданова¹, В. М. Лагун²

¹ Учреждение образования “Барановичский государственный университет”, Барановичи, Республика Беларусь
² ОАО ЛМЗ “Универсал”, Солигорск, Республика Беларусь

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ КОНИЧЕСКО-ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА

Введение. В современной промышленности процесс транспортировки сырья, материалов и готовой продукции играет ключевую роль в обеспечении эффективности производственного процесса. Одним из наиболее распространенных и надежных средств транспортировки является скребковый конвейер, который благодаря своей простоте, надежности и возможности работы в различных условиях стал незаменимым инструментом в различных отраслях промышленности.

Забойные конвейеры служат для приёма и транспортирования горной массы в забоях карьеров и шахт. Конвейеры забойные скребковые предназначены для транспортирования руды из очистных забоев и перемещения по ним выемочных комбайнов (рисунок 1). Конвейеры входят в состав механизированных комплексов.

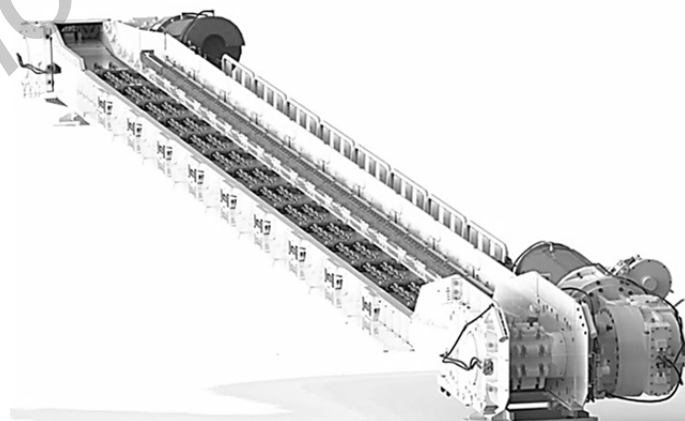


Рисунок 1 — Конвейер забойный скребковый

Редуктор — это механизм, который предназначен для передачи и преобразования крутящего момента. Редуктором называют устройство, преобразующее высокую угловую скорость вращения входного (быстроходного) вала в более низкую на выходном (тихоходном) валу, повышая при этом вращающий момент [1].

Основная задача редуктора — изменять скорость вращения или направление движения механической системы, сохраняя при этом суммарное количество энергии. Редукторы могут быть выполнены различными конструкциями, включая червячные, цилиндрические, планетарные и комбинированные редукторы, каждый из которых имеет свои особенности и области применения.

Целью работы является разработка конструкции системы охлаждения коническо-цилиндрического редуктора. Редуктор предназначен для привода тягового органа скребковых забойных конвейеров. Редуктор трехступенчатый, коническо-цилиндрический, реверсивный, состоит из пары конических с круговым зубьями колес (быстроходная ступень) и две пары цилиндрических с косыми зубьями колес (тихоходная ступень).

Основная часть. Охлаждение редуктора является важным аспектом его надежной и эффективной работы. Причины необходимости охлаждения редуктора:

1. *Предотвращение перегрева.* Редукторы работают под высокими нагрузками и создают значительное количество тепла. Если редуктор не охлаждается должным образом, это может привести к его перегреву. Перегрев редуктора может вызвать повреждение его компонентов, снижение эффективности работы и даже поломку.

2. *Увеличение срока службы.* Охлаждение редуктора помогает увеличить его срок службы. Правильное охлаждение позволяет поддерживать оптимальную температуру работы редуктора, что уменьшает износ его компонентов и предотвращает возникновение проблем, связанных с перегревом.

3. *Улучшение эффективности.* Охлаждение редуктора способствует повышению его эффективности. Поддержание оптимальной температуры позволяет редуктору работать более эффективно, снижая потери энергии и повышая производительность.

4. *Снижение шума и вибрации.* Перегрев редуктора может привести к увеличению шума и вибрации во время работы. Охлаждение редуктора помогает снизить тепловые нагрузки, что в свою очередь снижает шум и вибрацию, улучшая комфортность работы и снижая износ компонентов.

5. *Предотвращение аварийных ситуаций.* Перегрев редуктора может привести к его поломке или даже возгоранию. Охлаждение редуктора помогает предотвратить возникновение аварийных ситуаций, обеспечивая безопасность работы и сохранность оборудования.

Для предотвращения перегрева применяются различные методы охлаждения, такие как воздушное, смазочное и водяное охлаждение [2].

Воздушное охлаждение редуктора основано на использовании потока воздуха для снижения температуры. Может быть естественным, если конструкция устройства предусматривает достаточную площадь поверхности для самоотвода тепла. При искусственном охлаждении корпус обрезают или дополнительно комплектуют быстроходный вал кулером (вентилятором). При искусственном методе ребра важно располагать по линии движения нагнетаемого воздуха. Частота вращения кулера — от 1000 оборотов/минуту (наиболее эффективная работа системы). Преимущества воздушного охлаждения включают простоту и низкую стоимость установки. Воздушное охлаждение не требует использования дополнительных систем, таких как насосы или радиаторы, что делает его более экономичным. Кроме того, воздушное охлаждение не требует постоянного обслуживания и может быть эффективным в условиях с низкой влажностью. Однако, недостатком воздушного охлаждения является его ограниченная эффективность при высоких температурах и в условиях с высокой влажностью. Также, воздушное охлаждение может быть шумным и требовать дополнительных мер для снижения уровня шума.

Смазочное охлаждение редуктора основано на использовании специальных смазочных материалов, которые помогают снизить температуру. Смазочные материалы образуют пленку на поверхности деталей редуктора, которая снижает трение и тепловые потери. Они также способны поглощать и отводить тепло, что помогает снизить температуру редуктора. Преимущества смазочного охлаждения включают его высокую эффективность при высоких температурах и возможность снижения трения и износа деталей редуктора. Смазочное охлаждение также может быть эффективным при высокой влажности и не требует дополнительных систем охлаждения. Однако, недостатком смазочного охлаждения является необходимость регулярной замены смазочных материалов и обслуживания системы. Также, смазочное охлаждение может быть дороже в установке и требовать использования специальных смазочных материалов.

Водяное охлаждение редуктора основано на использовании воды или другой жидкости для снижения температуры. Для этого в редукторе устанавливаются специальные каналы и трубопроводы, через которые циркулирует вода. Вода может быть подана на поверхность редуктора в виде струи или распыленной в виде тумана. Преимущества водяного охлаждения включают его высокую эффективность при высоких температурах и возможность поддержания стабильной температуры в редукторе. Водяное охлаждение также может быть эффективным в условиях с высокой влажностью и не требует дополнительных мер для снижения шума. Однако, недостатком водяного охлаждения является его более высокая стоимость установки и использования, по сравнению с воздушным или смазочным охлаждением. Водяное охлаждение также требует использования насосов и радиаторов, что может увеличить сложность и затраты на обслуживание.

Применение водяного охлаждения невозможно, так как для его работы необходимо применять дополнительное оборудование, что приведет к утяжелению редуктора, увеличению его габаритов и увеличению стоимости.

Исходя выше описанных различных методов охлаждения редуктора, был выбран метод принудительного воздушного охлаждения.

Охлаждение будет основано на вентиляторе, который устанавливается на вал входной соединенный с электродвигателем через гидромуфту, и системе воздушных каналов, образованных с помощью дополнительных ребер, приваренных к корпусу редуктора (рисунок 2). Такой способ установки вентилятора не сильно сказывается на габаритах редуктора, а также он обеспечивает постоянный поток воздуха при работе редуктора. Это позволяет снизить температуру работы редуктора и предотвратить его перегрев.

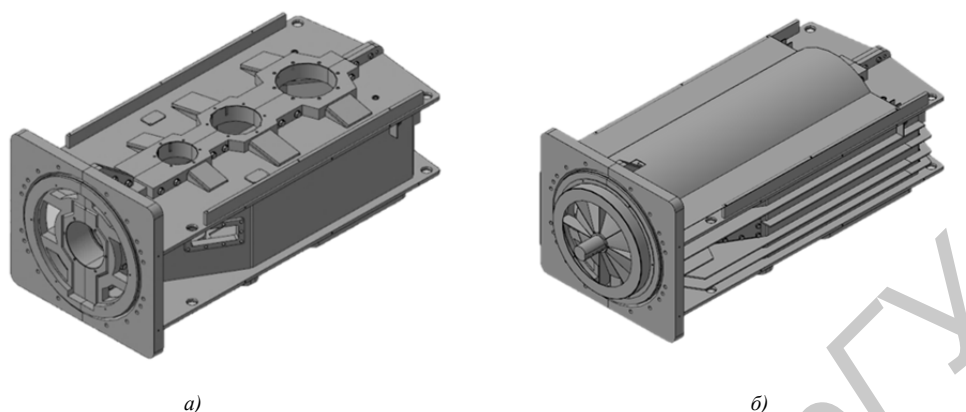


Рисунок 2 — Редуктор: *a* — до модернизации; *б* — после модернизации

Заключение. Каждый из методов охлаждения имеет свои преимущества и недостатки. Использование воздушной системы охлаждения для редуктора представляет собой обоснованное решение, учитывающее все аспекты его работы и требований к эффективности. Эта система позволяет не только повысить срок службы и эффективность работы редуктора, но и существенно снизить риск возникновения аварийных ситуаций, связанных с перегревом. Благодаря своему простоте и экономичности, воздушное охлаждение оказывается наиболее предпочтительным вариантом среди доступных методов, минимизируя затраты на установку и эксплуатацию. Правильно подобранная система охлаждения играет критическую роль в обеспечении надежной и безопасной работы редуктора, подтверждая свою важность как ключевого элемента в процессе проектирования и эксплуатации механических систем.

Список цитируемых источников

1. Абакумов, А. Н. Прикладная механика : учеб. пособие / А. Н. Абакумов, Н. В. Захарова, В. Е. Коновалов ; Минобрнауки России, ОмГТУ. — 2-е изд., перераб. и доп. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2018 — 156 с.
2. Научно-технический центр РЕДУКТОР: Охлаждение редукторов / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ntcreductor.ru/articles/136-2011-08-19-06-10-50>. — Дата обращения: 19.04.24.

УДК 378.014

А. А. Попов, В. А. Дремук
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕОМЕТРИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Введение. В современном машиностроении одним из ключевых аспектов является оптимизация геометрии деталей для достижения оптимальных производственных характеристик. Компьютерное моделирование позволяет анализировать и прогнозировать воздействие геометрии на процессы производства, что открывает новые возможности для разработки эффективных и экономичных технических решений. В данной статье мы рассмотрим подходы к компьютерному моделированию воздействия геометрии деталей машин на их производственные характеристики и исследуем примеры успешного применения таких методов в различных областях инженерного проектирования.

Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения физических систем. Часто компьютерные модели проще и удобнее исследовать, они позволяют проводить вычислительные эксперименты, реальная постановка которых затруднена или может дать непредсказуемый результат. Логичность и формализованность компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемых объектов, исследовать отклик физической системы на изменения ее параметров и начальных условий.

Различают аналитическое и имитационное моделирование. Аналитическими называются модели реального объекта, использующие алгебраические, дифференциальные и другие уравнения, а также преду-