



ТРЕБУЕТСЯ ИДЕАЛЬНОСТЬ

задача о несмещаемом сепараторе

Описание исходной ситуации

В оптических приборах для плавного и точного прямолинейного перемещения оптических элементов (например, призмы или линзы) часто используют шариковые направляющие трения качения [1]. Такая направляющая состоит из направляющих планок, прикрепленных к основанию, каретки, шариков и сепараторов, которые удерживают шарики на определенном расстоянии друг от друга (см. рис. 1, 2). Линзу в оправе закрепляют на каретке, а во время работы прибора специальный толкатель перемещает каретку с определенной скоростью на заданное расстояние. Затем толкатель отводится в сторону, и каретка под действием пружины возвращается в исходное положение. После этого цикл работы повторяется.

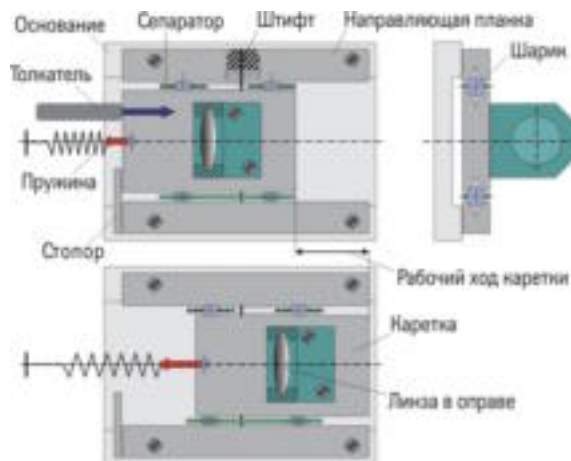


Рис. 1. Общий вид шариковой направляющей трения качения.

Практика применения таких направляющих показала, что иногда под действием внешних ударных и вибрационных нагрузок они перестают работать. Удары и вибрации вызывают неравномерное продольное смещение шаров с сепараторами, причем для каждого сепаратора с шарами это смещение может быть разным как по направлению, так и по величине (см. рис. 3).

Кроме того, отклонение реальной формы шаров от правильной геометрической формы и разность их диаметров в пределах технологических допусков вносят дополнительные ошибки в синхронность движения шаров.

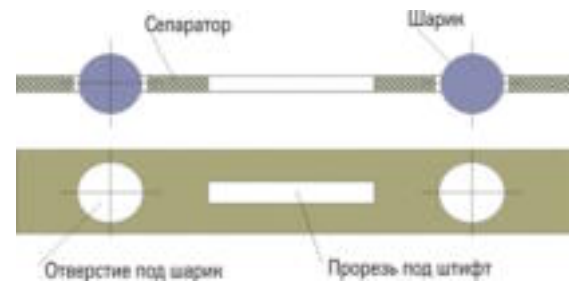


Рис. 2. Конструкция сепаратора.

С течением времени величина неравномерного смещения шаров может накапливаться. Это, в свою очередь, приводит к неравномерному смещению сепараторов, перекосу каретки и ее заклиниванию из-за перераспределения сил упругого сжатия шаров, действующих на каретку. В результате возвратная пружина не может вернуть каретку в исходное положение, каретка не прижимается к толкателю и перестает перемещать линзу.

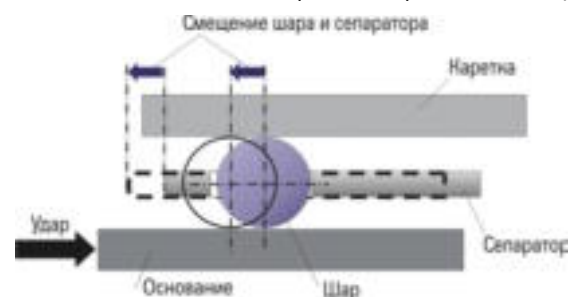


Рис. 3. Удары и вибрации смещают шары с сепаратором (на рисунке показан один шар).

Для предотвращения этого нежелательного эффекта в конструкцию направляющей вводят механизм принудительного движения сепараторов. Этот механизм задает синхронное перемещение сепараторов с шарами в направлении движения каретки и со скоростью вдвое

меньшей, чем у каретки. Один из возможных вариантов таких механизмов – зубчатый механизм принудительного движения сепаратора [2], который показан на рис. 4.

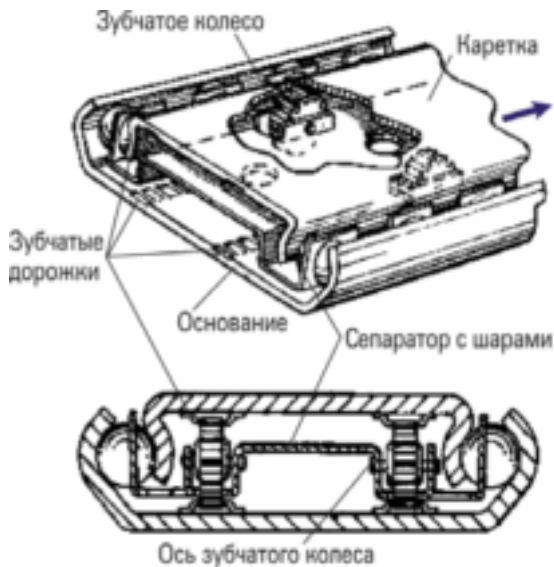


Рис. 4. Зубчатый механизм принудительного движения сепаратора (патент США 3857618).

Этот механизм состоит из:

- сепаратора, общего для двух рядов шариков;
- зубчатых колес, на осях которых закреплен сепаратор;
- зубчатых дорожек, выполненных на внутренних поверхностях каретки и основания.

Во время работы направляющей каретка перемещается относительно основания, и зубчатые дорожки каретки сдвигаются относительно зубчатых дорожек основания, что приводит к вращению зубчатых колес. Зубчатые колеса катятся по зубчатым дорожкам основания и перемещают сепаратор с шарами, который закреплен на осях зубчатых колес. При перекатывании зубчатого колеса по зубчатой дорожке ось колеса движется с вдвое меньшей скоростью, чем наружные точки колеса, поэтому и сепаратор, закрепленный на оси колеса, движется в том же направлении, что и каретка, и тоже с вдвое меньшей скоростью, чем каретка. В результате перемещение сепаратора не зависит от движения шаров и задается только смещением каретки относительно основания (или перемещением оси зубчатого колеса). Такой управляемый сепаратор ограничивает неравномерность движения шаров и полностью исключает возможность их проскальзывания (см. рис. 5).

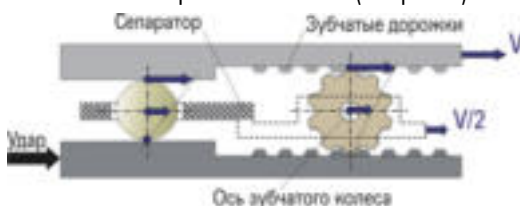


Рис. 5. Сепаратор, закрепленный на зубчатом колесе, удерживает шар от смещения.

Однако описанный выше механизм принудительного движения сепараторов, с точки зрения конкрет-

ных ограничений Заказчика, обладает следующими недостатками:

- относительно большая трудоемкость изготовления высокоточных зубчатых дорожек и зубчатых колес малого диаметра;
- относительно большая высота направляющей, задающаяся минимальными толщинами основания и каретки и минимальным диаметром зубчатых колес.

Анализ других конструкций принудительного движения сепараторов [1] показал, что их применение либо недопустимо усложняет конструкцию направляющей, либо увеличивает ее размеры, либо не обеспечивает заданную точность и рабочий ход каретки. Как быть?

Решение задачи с помощью АРИЗ 85-В [3]

Часть 1. Анализ задачи

1.1. УСЛОВИЕ МИНИ-ЗАДАЧИ (БЕЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ)

1.1.1. Замена специальных терминов на функциональные (см. рис. 6):

Специальные термины	Функциональные термины
Шариковая направляющая трения качения	Направляющая
Основание направляющей	Основание
Направляющая планка	Направлялка
Каретка	Перемещалка
Сепаратор	Разделитель
Штифт	Ограничитель
Стопор	Стопор
Пружина	Пружина
Шарик	Шар
Толкатель	Толкатель
Механизм принудительного движения сепаратора	Управлялка

1.1.2. Техническая система «Направляющая» предназначена для прямолинейного перемещения оптической детали и включает в себя:

- Основание;
- 2 Направлялки;
- Перемещалку;
- 2 Разделителя;
- 2 Ограничителя;
- Стопор;
- Пружину;
- 4 Шара;
- Толкатель;
- Управлялку.

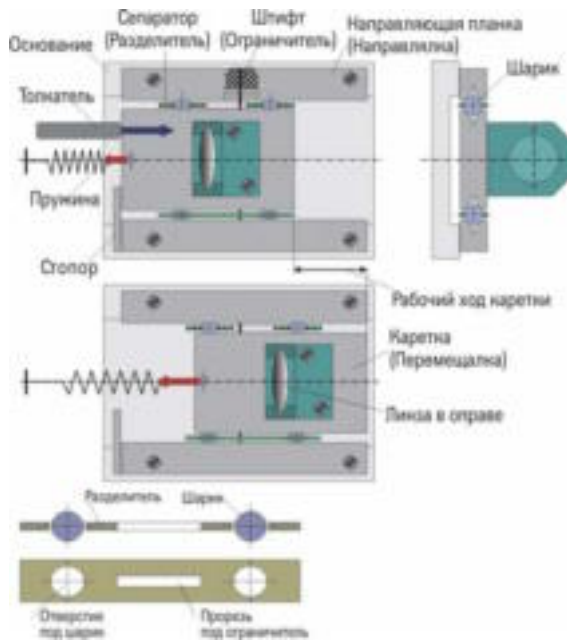


Рис. 6. Общий вид шариковой направляющей трения качения с функциональными терминами.

1.1.3. Техническое противоречие (ТП)

ТП-1 Если Направляющая имеет Управлялку, то Разделители движутся управляемо, но при этом увеличивается сложность конструкции и размеры Направляющей.

ТП-2 Если у Направляющей нет Управлялки, то Разделители могут двигаться случайно, но это не усложняет конструкцию Направляющей и не увеличивает ее размеры.

1.1.4. Необходимо: при минимальных изменениях в Направляющей обеспечить управление движением Разделителя без усложнения конструкции Направляющей и без увеличения ее размеров.

1.2. КОНФЛИКТУЮЩАЯ ПАРА

Изделие – Разделитель.

Инструмент – Управлялка (отсутствующая, присутствующая).

Примечание 1

У проектируемой Направляющей два Разделителя – по одному с каждой стороны. Для решения задачи достаточно рассмотреть один Разделитель.

1.3. ГРАФИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ТП-1 И ТП-2

ТП-1: «Управлялка» есть

Если Управлялка есть, то она управляет движением Разделителя в процессе работы Направляющей, но при этом увеличивается сложность конструкции и размеры Направляющей (см. рис. 7).



Рис. 7. Графическая схема ТП-1.

ТП-2: «Управлялки» нет

Если Управлялки нет, то она не управляет движением Разделителя в процессе работы, но и не усложняет конструкцию Направляющей и не увеличивает ее размеры (см. рис. 8).



Рис. 8. Графическая схема ТП-2.

1.4. ВЫБОР ТП

В соответствии с рекомендациями АРИЗ – 85В следует «выбрать из двух схем конфликта ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главной производственной функции (основной функции технической системы). Указать главный производственный процесс в задаче – это плавное и точное перемещение Перемещалки в заданном направлении на заданное расстояние. Надежная работа Направляющей обеспечивается тогда, когда в ее конструкции используется Управлялка. Но, по условиям задачи, использование известных конструкций Управлялок приводит к усложнению конструкции Направляющей или увеличению ее размеров, что недопустимо. В сложившейся производственной ситуации необходимо предложить простую конструкцию Управлялки, которая не приводит к увеличению размеров Направляющей. Из ТРИЗ нам известно, что идеальная система та, которая не занимает места, не потребляет энергию, не ломается... Та, которой нет, но ее функция выполняется. Если это положение применить к нашей задаче, то самая простая и малоразмерная Управлялка – это «идеальная Управлялка», т. е. та, которой нет, но ее функция «управлять движением Разделителя» выполняется на требуемом уровне качества. Исходя из этих соображений была выбрана схема конфликта ТП-2 – когда «Управлялки нет», т. е. Управлялка должна стать «идеальной».

1.5. УСИЛЕНИЕ ТП

Поскольку было выбрано ТП-2 – когда «Управлялки нет», то и нет необходимости его усиливать, поскольку «отсутствующая Управлялка» – это предельно простая и маленькая Управлялка.

1.6. МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ

1.6.1. Даны «отсутствующая Управлялка» и «Разделитель»;

1.6.2. «Отсутствующая Управлялка» не усложняет Направляющую, но и не управляет движением Разделителя;

1.6.3. Необходимо найти такой X-элемент, который, сохраняя способность «отсутствующей Управлялки» не усложнять Направляющую и не увеличивать ее размеры, обеспечивал бы управление движением Разделителя (см. рис. 9).



Рис. 9. Графическая схема модели задачи.

Примечание 2

«Управление движением Разделителя» означает, что Разделитель должен двигаться:

- только тогда, когда Перемещалка движется относительно Направлялки (т. е. задавать положение шаров независимо от ошибок их движения);
- в том же направлении, что и Перемещалка;
- со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки.

Различные конструкции «Управлялок», применяемые в Направляющих, как раз и обеспечивают перемещение Разделителя в соответствии с перечисленными требованиями (см. рис. 5).

В соответствии с этим примечанием п. п. 1.6.3. можно сформулировать точнее:

Уточненная формулировка п. п. 1.6.3.

Необходимо найти такой X-элемент, который, сохраняя способность «отсутствующей Управлялки» не усложнять конструкцию Направляющей и не увеличивать ее размеры, обеспечивал бы движение Разделителя:

- только тогда, когда Перемещалка движется относительно Направлялки;
- в том же направлении, что и Перемещалка;
- со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки.

1.7. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ 76 ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ СТАНДАРТОВ К МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

Итак, мы сформулировали следующую модель задачи:

1. даны «отсутствующая Управлялка» и «Разделитель»;
2. «отсутствующая Управлялка» не усложняет Направляющую, но и не управляет движением Разделителя;
3. необходимо найти такой X-элемент, который, сохраняя способность «отсутствующей Управлялки» не усложнять конструкцию Направляющей и не увеличивать ее размеры, обеспечивал бы движение Разделителя:
 - только тогда, когда Перемещалка движется относительно Направлялки;
 - в том же направлении, что и Перемещалка;
 - со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки.

В соответствии с этой моделью задачи имеется только Разделитель, движением которого необходимо управлять, и «отсутствующая Управлялка». Следовательно, «изделие» уже задано – это Разделитель (B1). Поскольку движением Разделителя ничего не управляет, то, следовательно, в ситуации задано отсутствующее управление.

Итак, у нас есть неполный веполю, состоящий из Разделителя (B1) и отсутствующего управления (см. рис. 10).



Рис. 10. Достройка неполного веполя до полного.

Чтобы решить задачу, надо в соответствии с изобретательским стандартом 1.1.1 достроить неполный веполю до полного – т. е. надо ввести какое-то вещество (B2), которое будет управлять Разделителем, и поле (П).

Каким должно быть поле (П)?

Поле взаимодействия Разделителя с Управлялкой может быть механическим, поскольку принцип действия анализируемой Направляющей механический, и задано требование не усложнить ее конструкцию. Введение любого другого поля приведет к новому типу взаимодействия Разделителя с Управлялкой, а, следовательно, к замене механического принципа действия на другой, что в свою очередь вызовет сильную переделку конструкции Направляющей, что в заданных производственных условиях крайне нежелательно.

Каким должно быть Вещество (B2)?

В модели задачи сказано, что вводимый X-элемент (B2) не должен усложнять конструкцию Направляющей. Следовательно, вводимое вещество (B2) лучше всего получить из имеющихся веществ.

Во-первых, это может быть модификация самого Разделителя (B1).

Во-вторых, это могут быть ближайшие к Разделителю элементы Направляющей, с которыми Разделитель уже взаимодействует:

- в данном случае это Шары;
- или другие ближайшие элементы, от которых зависит работа Разделителя, это:
 - Перемещалка;
 - Направлялки.

Эта рекомендация хорошо согласуется с условиями свертывания конструкции ТС из метода функционально-идеального моделирования конструкций ТС [5]: Управлялку, выполняющую функцию «управлять Разделителем», можно удалить из системы, если:

- A) нет Разделителя;
- B) Разделитель сам управляет своим движением (один из возможных вариантов ИКР в АРИЗ);
- B) Разделителем управляют оставшиеся элементы системы:
 - Шары,
 - Перемещалка,
 - Направлялки,
 - Основание.

Условие свертывания A) ведет к интересным вариантам конструкции Направляющей, у которых нет Шаров (например, гидростатические, газостатические,

магнитные) или Шары сами себя разделяют (например, все пространство между Шарами заполнено такими же Шарами). Но все эти варианты ведут к полному изменению конструкции Направляющей, что в данных конкретных условиях недопустимо.

Условие свертывания Б) ведет к интересному варианту, когда Разделитель сам управляет своим движением – т. е. одна его часть разделяет Шары, а вторая связана с Перемещалкой и Направлялкой и перемещает первую. В этом случае Управлялка – это модифицированный Разделитель (см. рис. 11).



Рис. 11. Полный веполь, в котором часть изделия является инструментом.

Этот вариант реализации условия свертывания Б) хорошо согласуется с изобретательским стандартом 5.1.2., в соответствии с которым в качестве инструмента предлагается использовать часть изделия [4].

Условие свертывания В) ведет к конструктивным изменениям Шаров, Перемещалки, Направлялки и Основания, которые должны обеспечить или помочь организовать управление движением Разделителя.

Вывод

Система изобретательских стандартов подсказывает, что для решения задачи в качестве вводимого Х-элемента лучше всего использовать имеющиеся в конструкции Направляющей вещества и, в первую очередь, самого Разделителя.

Часть 2. Анализ модели задачи

2.1. ОПЕРАТИВНАЯ ЗОНА (ОЗ)

Оперативная зона (ОЗ) – это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи. В модели задачи у нас конфликтуют «отсутствующая Управлялка» и Разделитель. Следовательно, ОЗ – пространство вокруг Разделителя.

Примечание 3

Конструкции Управлялок бывают разные, но детали этих Управлялок всегда связаны с Направлялкой, Перемещалкой и Разделителем. Требование не увеличивать внешние размеры Направляющей, а также анализ разных конструкций Управлялок показал, что минимальное пространство, которое может занимать Управлялка, это пространство между Перемещалкой и Направлялкой, в котором расположены и движутся Шары и Разделитель.

Уточненная формулировка ОЗ

ОЗ – это пространство между Перемещалкой и Направлялкой, в котором расположены Шары и Разделитель (см. рис. 12).

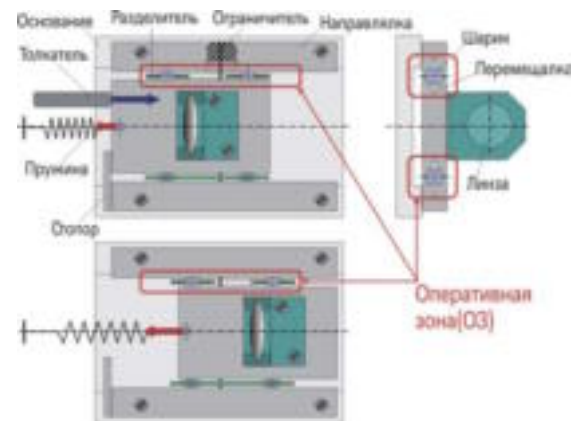


Рис. 12. Оперативная зона.

2.2. ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ (ОВ)

В этой задаче конфликтное время T_1 – это время нахождения Направляющей в приборе. Разделители могут быть неуправляемо сдвинуты под действием любого сильного удара или вибрации, которые может испытывать прибор как во время работы, так до и после него.

2.3. СПИСОК ВЕЩЕСТВЕННО-ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ (ВНР)

Внутрисистемные ВНР

ВНР инструмента – «отсутствующая Управлялка»

«Отсутствующая Управлялка», т. е. воздух вокруг Разделителя в пространстве между Перемещалкой и Направлялкой.

ВНР изделия – Разделитель

Ресурсами Разделителя могут быть:

- *свойства материала*, из которого он сделан – латунь или сталь;
- *форма и размеры* – металлическая пластинка толщиной не более 1 мм и с отверстиями, в которые вложены Шары. У Разделителя есть прорезь под Ограничитель, который ограничивает ее максимальное продольное перемещение (см. рис. 2 и 6);
- *расположение в пространстве* – Разделитель находится в пространстве между Перемещалкой и Направлялкой, и Шары держат Разделитель на себе.

Внешнесистемные ВНР

- Поля внешних сил – ударов и вибраций;
- силы трения;
- гравитационное поле;
- воздух.

Надсистемные ВНР

Отходы посторонней системы – таких нет.

«Копеечные» – очень дешевые посторонние предметы – таких нет.

В этой задаче в выделенную оперативную зону попадают такие надсистемные для Инструмента и Изделия объекты, как:

- шары, которые держат на себе Разделители и перемещают их во время своего движения;
- поверхности неподвижных Направлялок, по которым катятся Шары;

- поверхности подвижной Перемещалки, по которым катятся Шары.

ЧАСТЬ 3. Определение ИКР и ФП

3.1. ФОРМУЛИРОВКА ИКР-1

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений в течение нахождения Направляющей в приборе (ОВ) в пределах пространства между Перемещалкой и Направлялкой (ОЗ), обеспечивает движение Разделителя:

- только тогда, когда Перемещалка движется относительно Направлялки;
- в том же направлении, что и Перемещалка;
- со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки, сохраняя способность «Отсутствующей Управлялки» не усложнять конструкцию Направляющей и не увеличивать ее размеры.

3.2. УСИЛЕННЫЙ ИКР-1

Формулировка ИКР-1 для ВПР изделия – для Разделителя

Разделитель, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, в течение ОВ в пространстве между Перемещалкой и Направлялкой обеспечивает свое движение:

- только тогда, когда Перемещалка движется относительно Направлялки;
- в том же направлении, что и Перемещалка;
- со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки, сохраняя способность «отсутствующей Управлялки» не усложнять конструкцию Направляющей и не увеличивать ее размеры.

Краткая формулировка

Разделитель сам управляет своим движением в соответствии с перечисленными выше требованиями в течение ОВ в пределах ОЗ, не усложняя Направляющую и не увеличивая ее размеры.

3.3. ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ НА МАКРОУРОВНЕ

Разделитель в пространстве между Перемещалкой и Направлялкой во время нахождения Направляющей в приборе, чтобы сохранить свои изначальные функции, должен быть:

- связанным с Направлялкой в конечных точках своего перемещения, чтобы ограничивать максимальное перемещение Катилков (это цепочка: Направлялка – Стопор – Прорезь в Разделителе);
- твердым, жестким, чтобы удерживать Катилки на заданном расстоянии друг от друга;

чтобы обеспечить требуемое управление своим движением, должен быть:

- связанным с Перемещалкой все время, чтобы двигаться только тогда, когда движется Перемещалка (без сдвига и проскальзывания) и в том же направлении, что и Перемещалка;

- связанным с подвижной точкой между неподвижной поверхностью Направлялки и подвижной поверхностью Перемещалки, которая движется в 2 раза медленнее, и задавать эту точку в пространстве, чтобы двигаться со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки;

чтобы не усложнять конструкцию Направляющей и не увеличивать ее размеры, должен быть:

- не связанным с Направлялкой во время перемещения, кроме конечных точек своего перемещения;
- не связанным с Перемещалкой во время перемещения.

Краткая формулировка макро-ФП

Разделитель в пространстве между Перемещалкой и Направлялкой в течение ОВ должен быть:

- зафиксированный (жестко связанный, неподвижный) на внутренних поверхностях Перемещалки и Направлялки, чтобы двигаться только тогда, когда движется Перемещалка, и исключить сдвиг и проскальзывание относительно этих поверхностей
- и свободный (иметь возможность скольжения или поворота, быть подвижным) в пространстве между внутренними поверхностями Перемещалки и Направлялки, чтобы не усложнять конструкцию и получить возможность двигаться со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки.

Примечание 4

Теоретически Шары сами должны двигаться со скоростью в 2 раза меньшей, чем у Перемещалки. Но в действительности у Направляющей в зоне качения Шаров много погрешностей:

- погрешности изготовления дорожек качения у Направлялки и Перемещалки;
- погрешности расположения Направлялок относительно Перемещалок;
- погрешности размеров и форм Шаров;
- неравномерность упругого сжатия Шаров (предварительное упругое сжатие Шаров применяется для предотвращения появления зазоров между Шарами и дорожками Направлялки и Перемещалки при низких температурах – это так называемый предварительный натяг).

Все эти погрешности приводят к тому, что Шары вместо плавного и равномерного вращения вращаются неравномерно, проскальзывают и двигаются «юзом». А при воздействии внешних ударов и вибраций погрешности движения усиливаются. Поэтому необходим независимый от движения Шаров и более точный механизм, задающий Разделителю с Шарами вдвое меньшую, чем у Перемещалки, скорость движения.

3.4. ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ НА МИКРОУРОВНЕ

Формулировка микро-ФП (вариант 1)

У Разделителя во время нахождения Направляющей в приборе должны быть частицы, прочно сцепленные

с поверхностями Перемещалки и Направлялки, чтобы исключить свободный сдвиг Разделителя относительно Перемещалки и Направлялки, и должны быть частицы, не сцепленные с поверхностями Перемещалки и Направлялки, в пространстве между Перемещалкой и Направлялкой, чтобы Разделитель был подвижным относительно поверхностей Перемещалки и Направлялки и двигался со скоростью $V/2$.

Примечание 5

Здесь появляется полезная информация о том, что у Разделителя должны быть частицы, сцепленные с поверхностями Перемещалки и Направлялки (это, видимо, частицы, расположенные около этих поверхностей) и должны быть частицы, не сцепленные с поверхностями и подвижные между поверхностями.

Эта информация наводит на идею о том, что противоречивые требования к частицам Разделителя могут быть разделены в пространстве:

- частицы должны быть неподвижные (закрепленные) на поверхностях и
- подвижные (свободные) между ними.

Эти требования мог бы реализовать Шар (или ролик), если бы он был действительно сцеплен с поверхностями качения без возможности проскальзывания (неподвижен, зафиксирован на них). Но он с ними не сцеплен. Он катится по ним (то есть поворачивается вокруг точки контакта с поверхностью) со всеми вытекающими отсюда погрешностями движения.

Несколько лучше ситуация у зубчатого колеса. Оно сцеплено своими зубьями с Направлялкой и Перемещалкой и исключает проскальзывание – остается поворот в зубчатом зацеплении и неизбежные зазоры в нем. И как уже было упомянуто выше, зубчатое колесо имеет более сложную поверхность по сравнению с Шаром и требует применения зубчатых дорожек и большего места.

Шар и зубчатое колесо – это прототипы, которые показывают, что чтобы получить вдвое замедленное движение между поверхностями Направлялки и Перемещалки, можно использовать эффект перекатывания тел.

Уточненная формулировка микро-ФП (вариант 2)

У Разделителя во время нахождения Направляющей в приборе должны быть частицы:

- прочно сцепленные с поверхностями Перемещалки и Направлялки, чтобы исключить сдвиг и проскальзывание Разделителя,
- и должны быть подвижные, поворачивающиеся частицы, как на поверхности Шаров, роликов и зубчатых колес, чтобы Разделитель был подвижным относительно поверхностей Перемещалки и Направлялки и двигался со скоростью $V/2$.

Итак, частицы Разделителя должны быть:

- неподвижные и закрепленные на поверхностях Перемещалки и Направлялки и
- подвижные, поворачивающиеся вокруг какой-то оси между ними.

3.5. ФОРМУЛИРОВКА ИДЕАЛЬНОГО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА – ИКР-2

Во время движения Перемещалки частицы Разделителя, неподвижные у поверхностей Перемещалки и Направлялки, сами становятся подвижными, поворачивающимися, как на поверхности Шара, в пространстве между поверхностями, и движутся со скоростью $V/2$.

Здесь появляется идея о том, что неподвижный и фиксированный на поверхностях Перемещалки и Направлялки Разделитель должен перекатываться между ними. Один из возможных вариантов реализации этой идеи – это использовать в качестве Разделителя упругую и гибкую перекатывающуюся петлю, один конец которой закреплен на поверхности Направлялки, а другой на поверхности Перемещалки (см. рис. 13).



Рис. 13. Разделитель в виде упругой и гибкой перекатывающейся петли.

Такая петля может быть выполнена из любого упругого и гибкого материала, например из полоски пружинной стали, проволоки, струны или пластмассы. Разделитель в виде упругой и гибкой петли, закрепленной своими концами на Перемещалке и Направлялке, во время движения Перемещалки в пространстве между Перемещалкой и Направлялкой будет перекатываться и повторять движение поверхности Шара, но уже без проскальзывания. Один из возможных вариантов конструкторской реализации этой идеи показан на рис. 14.

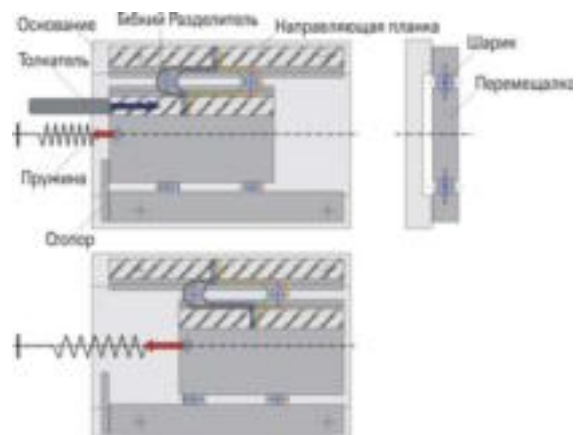


Рис. 14. Гибкий Разделитель.

Здесь каждый Шар размещен между двумя петлями гибкого Разделителя. Во время движения Перемещалки поверхности гибких Разделителей перекатываются

со скоростями вдвое меньшими, чем у Перемещалки, и задают требуемую скорость движения Шарам.

Выводы

1. Применение АРИЗ – 85В позволило найти принципиально новое решение известной задачи в линейных направляющих трения качения. В результате механизм принудительного движения сепаратора был «свернут» в сепаратор (Разделитель). Гибкий и упругий сепаратор сам управляет своим движением и задает необходимую скорость движения Шарам. Получился «идеальный» механизм принудительного движения сепаратора – его нет, но его функция выполняется гибким сепаратором. Полученное решение обладает патентной новизной и сейчас идет процесс его патентования.

2. Дополнительным полезным результатом решения задачи является формулирование нового геометрического эффекта, связанного с применением перекатывающихся гибких тел (например, ленты или струны):

Если сложенное гибкое тело (струну, ленту, спираль, оболочку) разместить между двумя поверхностями и прикрепить к ним, то при смещении одной поверхности относительно другой со скоростью V , гибкое тело будет перекатываться между поверхностями, а его точка, находящаяся посередине между поверхностями, будет смещаться в том же направлении, что и смещаемая поверхность, со скоростью $V/2$.

Полезными функциями этого эффекта являются следующие:

- перемещение тела со скоростью $V/2$ (см. рис. 15);

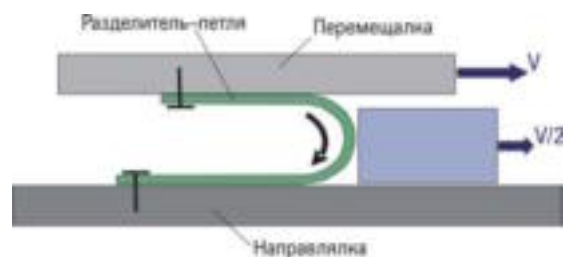


Рис. 15.

- перемещение тела со скоростью $2V$ (см. рис. 16);

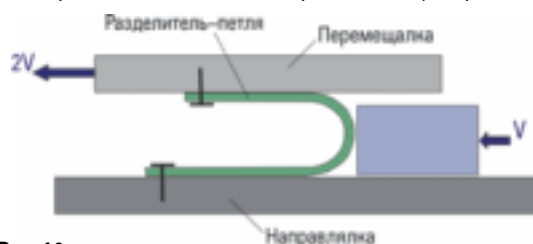


Рис. 16.

- удержание тела в продольном направлении (см. рис. 17);

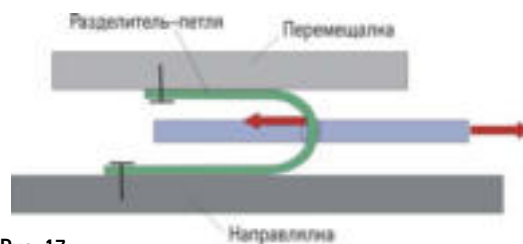


Рис. 17.

- амортизация и удержание тел на заданном расстоянии друг от друга (см. рис. 18);

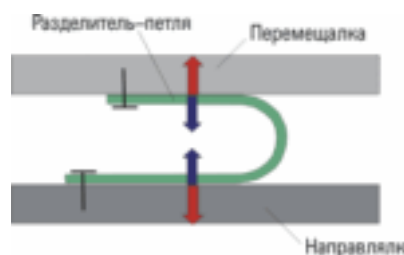


Рис. 18.

Описанный эффект предлагается записать в предва- рительный накопитель по геометрическим эффектам.



СКУРАТОВИЧ Александр Иванович



Профессиональный консультант и преподаватель ТРИЗ. Закончил Белорусский политехнический институт. Работал оптиком-конструктором на Белорусском оптико-механическом объединении. В качестве эксперта по ТРИЗ принимал участие в международном проекте «Изобретающая Машина». Ведущий разработчик компьютерной системы «ИМ-ФСА» (IMLab, Беларусь) и «TechOptimizer» (IMCorp, США), руководитель группы качества,

директор групп баз данных.

Провел более 30 семинаров по ТРИЗ и функционально-стоимостному анализу. Выполнил более 30 консультационных проектов в области сельскохозяйственной техники, точной механики, оптики, электроники, станкостроения, производства кабелей для компаний Беларуси, России, Чехии, Южной Кореи. Работал консультантом ТРИЗ в компаниях LG Electronics и LG Cable Ltd. Соавтор более 20 патентов. Автор более 20 публикаций по ТРИЗ и ФСА.



Литература

1. Литвин Ф. Л. Проектирование механизмов и деталей приборов. – Л.: Машиностроение, 1973.
2. Патент США 3857618.
3. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Петрозаводск: Скандинавия, 2003.
4. Стандартные решения изобретательских задач: Методические рекомендации. Минский городской комитет ЛКСМ Белоруссии, Городская Школа молодых изобретателей. – Минск, 1986.
5. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Методические рекомендации. – М.: Информ-ФСА, 1991. – С. 17.