

Жидкая линза

План

1. Приветствие
2. Условие задачи
3. Определение жидкой линзы через стандартную опт. линзу
4. Краткая история
5. Сучасны час і лінза
6. Получение жидких линз
7. Первые опыты
8. Методы реализаций
9. Создание оптических систем
10. Наша установка
11. Расчётные формулы
12. Ещё раз сравнение жидких оптических систем и стеклянных.
13. Итоги
14. Выводы
15. Прощание

Доклад

Добры день, уважаемые члены жюри, команды-соперницы, а также просто зрители.

Я, Бондаренко Александр, хочу представить вам решение задачи «Жидкая линза» сборной команды Лицея БГУ.

Вспомним условие: [слайд]

Разработайте систему жидкой линзы с регулируемым фокусным расстоянием. Исследуйте качество и возможные варианты применения разработанной Вами системы.

Итак, для начала начнём просто с определения оптической линзы: [слайд]

Оптическая линза – прозрачное тело, ограниченное двумя криволинейными поверхностями.

Жидкая линза может менять своё фокусное расстояние, но для этого надо менять и кривизну поверхностей. Учитывая этот факт, дадим определение жидкой линзе: [клик]

Жидкая оптическая линза – прозрачное жидкое тело, ограниченное двумя криволинейными поверхностями, кривизну которых можно изменять.

Первое упоминание о линзах относится к 424 г. до н.э., когда в Древней Греции они использовались для получения огня. Также известен, возможно, первый случай применения линз для коррекции зрения — известно, что Нерон смотрел гладиаторские бои через вогнутый изумруд для исправления близорукости. Однако отойдём от истории.

Для изготовления линз широко применяется стекло, реже пластмассы. В настоящее время всё большее и большее применение получают *жидкие линзы*, в силу своей компактности и дешевизны, а при использовании высококачественных материалов они ничуть не уступают обычным стеклянным линзам.

Работая над задачей, мы поставили себе следующие цели: [слайд]

- рассмотреть варианты создания жидких линз;
- изучить качество получаемого изображения;
- рассмотреть возможность практического применения;
- применить в простой оптической системе;
- доказать эквивалентность жидкой и стеклянной линз.

Рассмотрим варианты получения жидких линз. Мы выделили 4 основных варианта: [слайд]

- капля на прозрачной поверхности;
- граница раздела двух несмешивающихся жидкостей;
- вращающаяся жидкость;
- две упругие плёнки, между которыми жидкость.

Рассмотрим каждый из вариантов подробнее.

1. Капля на прозрачной поверхности. [слайд]

Наверное, каждому приходилось видеть капли на оконном стекле во время дождя. Смотря на неё, можно было рассмотреть перевёрнутое и во много раз уменьшенное изображение того, что за окошком.

Именно это явление мы и взяли в качестве первого варианта жидкой линзы.

Капля является собирающей линзой. Например, с помощью неё можно увеличить текст. Вы можете видеть это на слайде.

Что же касается видов линз, которые можно получить таким методом, то [слайд] это в первую очередь собирающая линза на поверхности. Однако если на каплю пометить в маленькое колечко или трубочку, диаметр которой будет мал, то здесь будут иметь место капиллярные явления, и мы получим рассеивающую линзу. Фокусное расстояние капли можно изменять путём добавления количества жидкости в каплю в первом случае, и изменять диаметр трубочки во второй случае.

[слайд] Оптическая сила капли колеблется от ≈ 20 дптр для капель $\approx 8 - 9$ мм и около 200 дптр для капель-брызг (< 4 мм). Определено экспериментально.

Однако такая линза очень капризна и имеет массу ограничений и недостатков, например, ограничен радиус кривизны капли, капля должна располагаться в строго горизонтальном положении, форма зависит от свойств поверхности и т.д. В общем, сложно с ней работать.

2. Граница раздела двух несмешивающихся жидкостей. [слайд]

Модель этого варианта вы можете видеть на слайде.

По сути это та же капелька, но только не на стекле, а на жидкости. Сущность этой модели заключается в помещении в сосуд с жидкостью капли другой жидкости, причём жидкости должны быть несмешивающиеся. Фокусное расстояние линзы меняется путём добавление или уменьшения количества жидкости в капле.

[слайд] Недостатки такой модели заключаются опять таки в ограниченности радиуса кривизна капли, она работает только в горизонтальном положении, требуется отсутствие вибрации и т.д. Одним словом, применять сложно.

3. Вращающаяся жидкость. [слайд]

Естественным способом получения линзы такой формы является вращение ёмкости цилиндрической формы. В предложенной нами установке ёмкость с жидкостью закрепляется в подшипник (обозначен красным цветом). В процессе вращения возникают центробежные силы, которые и придают жидкости параболическую форму.

Разберёмся, какие виды линз можно получить, используя данную модель. [слайд] Легко понять, что мы можем изменять кривизну только одной поверхности, поэтому вид линзы будет зависеть от скорости вращения, и от формы стакана.

Итак, если взять простую плоскодонную мензурку, то мы получим рассеивающую плоско-вогнутую линзу. Если сделать дно немного выпуклым внутрь, то у нас получается двояковогнутая линза. А вот сделав дно выпуклым наружу, при небольших скоростях мы будем получать вогнуто-выпуклую линзу с положительным мениском. А если ещё, увеличивая скорость, превысить некую критическую, то мы получим выпукловогнутую линзу с отрицательным мениском.

Однако представленную ранее установку нашей команде собрать не удалось, поэтому мы рассмотрели две похожий модели, которые вы можете видеть на слайде. Эти модели лишь различаются способом крепления ёмкости с жидкостью. В наших опытах мы использовали плоскодонные ёмкости.

[слайд] Собрав установку согласно первой модели, мы получили следующие результаты. Здесь представлены фотографии изображения под ёмкостью. Как видно, данная линза является рассеивающей, как и следовало того ожидать.

[слайд] Собрав установку второго типа (с вращающимся подвесом), мы получили рассеивающую линзу параболической формы. В качестве ёмкости с жидкостью использовался обычный гранёный стакан. Фотографии, полученные в ходе эксперимента, представлены на слайде.

[слайд] В качестве недостатков можно выделить опять же строго горизонтальное расположение, а также требуется отсутствие вибрации.

Особенностью данной линзы является её форма.

4. Две упругие плёнки, между которыми вода. [слайд]

Этот вариант линзы мы позаимствовали у природы, а именно просто взяли хрусталик человеческого глаза. Не из глаза, конечно, а сами создали нечто подобное.

Самый первый опыт был не очень удачный. Вы можете видеть на слайде [слайд] первый образец. Работала она почти как стеклянная. Надо было накачать достаточно воды, чтобы не было аберраций. А причина была в том, что сама конструкция была довольно гибкой, а в качестве плёнки использовалась обычная плёнка для пищевых продуктов. Очевидно, что эластичность у неё почти отсутствует.

Поэтому мы учли эти два факта и создали новый образец. [слайд] Теперь каркас был из толстого оргстекла, а в качестве плёнки мы использовали плёнку из триплекса. Этот образец можно было назвать жидкой линзой, поскольку фокусное расстояние у неё менялась от 15 до 25 ДПТР. Некоторые изображения, полученные с этой линзой, а также модель самой линзы можно видеть на слайде.

[слайд] Предлагаю вживую взглянуть на одну из таких моделей. И даже потрогать. **Внимание! Пожалуйста, старайтесь не к плёнке руками! Жидкая линза, как и обычная стеклянная подвержена загрязнению и повреждению!**

Принцип работы такой жидкой линзы прост: две мягкие эластичные плёнки зажаты между пластинами с круглыми отверстиями. Через небольшую трубочку в пространство между плёнками закачивается или откачивается глицерин. Глицерин использовался по 2 причинам: показатель преломления у него больше, чем у воды, а также под воздействием водопроводной воды эта плёнка мутнела.

С помощью данной технологии можно получить линзы двух видов:

- двояковыпуклая;
- двояковогнутая;

[слайд] А если ещё использовать разделитель между плёнками, то можно получить ещё такие виды линз, как:

- плоско-выпуклая;
- вогнуто-выпуклая (положительный мениск);
- плоско-вогнутая;
- выпукло-вогнутая (отрицательный мениск).

Следует сказать пару слов о том, как плёнка влияет на систему. Поскольку толщина её составляет 0,8 мм (что не мало в данном случае), то, казалось бы её обязательно надо включать в расчёты. Размышляя над этим вопросом, мы взяли одну из линз и накачали её воздухом.

[слайд] Влияние линзы вы можете видеть на слайде. Как видно, оно не очень значительно, если учесть, что объект располагался на расстоянии около 130 - 140 метров, а снимок делался с расстояния 17 сантиметров.

Поскольку на этой линзе наша команда решила остановиться, то мы сделали для неё теоретический расчёт и сравнили его с практикой. [слайд] График зависимости оптической силы линзы от фокусного расстояния представлен на слайде.

Как видно из графика, расхождение практики с теорией мало и составляет x -у%.

Разобравшись с самой жидкой линзой, мы решили применить её. Наш выбор пал на обычный проекционный аппарат. Устройство его вы можете видеть на слайде. [слайд] Коротко расскажу о нём.

Проекционный аппарат применяется для получения увеличенных изображений. Принцип его работы предельно прост: кадр плёнки или рисунок на прозрачной плёнке помещается от объектива на расстоянии d , удовлетворяющему условию: $F < d < 2F$. Для освещения плёнки используется электрическая лампа. Для концентрации светового потока от источника света на плёнку применяется конденсор. Конденсор представляет собой систему из линз, собирающих расходящийся от источника света световой поток на кадре плёнки. Изображение ярко освещённой плёнки создаётся на экране с помощью объектива.

Резкость изображения подстраивается с помощью объектива. Поэтому мы решили заменить стеклянную линзу объектива на жидкую.

[слайд] На этом слайде вы можете видеть как происходит фокусировка при помощи жидкой линзы.

Как видно, изображение полученное при помощи жидкой линзы эквивалентно изображению, полученному при помощи стеклянной.

На мой взгляд оно могло быть и лучше, если такую линзу собирать не в домашних условиях при помощи гнутой отвёртки и пилы, а на токарном станке, и использую качественную плёнку, а не извлечённую из триплекса. **[слайд]**

Подведём итоги:

- рассмотрены варианты жидких линз и способы их получения;
- рассмотрены варианты применения жидких линз в простых оптических системах;
- жидкая линза применена в проекционном аппарате;
- доказана эквивалентность качества изображения, полученного при помощи жидкой и стеклянной линзы.

[слайд] Сделаем некоторые выводы:

- жидкие линзы эквиваленты стеклянным линзам;
- качество изображение не ухудшается, а возможно улучшение при использовании качественных материалов;
- жидкие оптические системы дешевле и экономичнее при использовании в бытовой технике
- оптические системы, собранные из жидких линз, ничем не уступают системам из стеклянных линз.

В заключение хочу отметить, что жидкие линзы уже используются. Например, своё применение они нашли в камере для мобильного телефона. Одна французская фирма (Varioptic) как раз занимается разработкой в этой области. Так, она утверждает, что камера с такими линзами стоит гораздо дешевле, да и к тому же более экономичная. **[слайд]** Качество изображения даже лучше, чем при использовании стеклянных линз. Однако в ней не используется никаких поршневых систем - изменение фокусного расстояния в ней достигается за счет уменьшения или увеличения электрического потенциала.

[слайд] Вот, кажется и всё, что требовалось сказать о жидких линзах и системах жидких линз. Теперь я готов ответить на все интересующие вопросы.

Спасибо за внимание!