Международная Объединенная Академия Наук

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Рецензируемый научный журнал

Май 2019 г.

НОМЕР 50

ЧАСТЬ 2

Самара 2019

УДК 001.1
ББК 60

Т34

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Май 2019 г. №50, Часть 2 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. - 72с.

SPLN 001-000001-0455-LJ
DOI 10.18411/lj-05-2019-p2
IDSP ljournal-05-2019-p2

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в журнале, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: ljournal.ru

УДК 001.1
ББК 60

Содержание

РАЗДЕЛ V. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ..... 5

Автономова И.В., Крупенченков Г., Руднева Е., Иншакова А. Метод построения откачной характеристики винтового вакуумного насоса..... 5

Баханов В.С., Виноградов Е.Л., Ваганов В.В. Сравнительный анализ методов измерения усиления тона в электрофотографической печати..... 9

Беспалов В.В. Погрешность зацепления шевера с обрабатываемым зубчатым колесом от перекоса шевера..... 13

Беспалов В.В. Повышение точности изготовления цилиндрических зубчатых колес .. 15

Беспалов В.В. Суммарная приведенная погрешность зацепления дискового шевера с обрабатываемым зубчатым колесом 19

Кайс Х.А. Состав и свойства бетона на основе гипсоцементно-пуццолановых вяжущих (ГЦПВ) 21

Калашник Н.А. 3D Моделирование насыпной грунтовой плотины водохранилища муниципального и горнопромышленного значения..... 24

Кожеватова Е.А., Щелкунова А.Ю. Строительные 3D-принтеры..... 27

Кутенин В.С., Кусайкин Д.В. Исследование перекрестных помех в многосердцевинных волокнах с двухслойной оболочкой 30

Кыдыралиев Т.А., Алдашева Н.Т., Чилдебаев Б.С. Исследование механической прочности металлотермических брикетов подушкообразной формы..... 33

Ле Ч.А., Литвинов Ю.В., Бушуев А.Б. Алгоритм управления парой квадрокоптеров 35

Морозов В.И., Петрушева Н.А. Использование потенциальных ресурсов древесной зелени хвойных пород лесов Красноярского края..... 38

Мыцык Е.И., Виноградов Е.Л., Ваганов В.В. Исследование оптических свойств прозрачных запечатываемых материалов..... 41

Нестеров А.О., Шевырев Л.Ю. Основы организации и оптимизация складского хранения..... 45

Нестеров А.О., Шевырев Л.Ю. Логистический подход в организации грузовых перевозок на примере ООО «Труженик»..... 49

Полиенко А.А., Тихомирова О.Г. Металлическое литье или металлическая 3D-печать 52

Полякова М.Д. Использование интернет-технологий в целях формирования письменных форм коммуникации у бакалавров неязыковых вузов 56

Прядко А.А., Виноградов Е.Л., Ваганов В.В. Исследование усиления тона при печатании струйным способом 59

Тащилин Л.Н. Трение в винтовой кинематической паре 63

Yarkov I.S., Yarkova E.A. Modeling ways to place selenodetic points for launching an orbital lunar block 69

РАЗДЕЛ V. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Автономова И.В., Крупенченков Г., Руднева Е., Иншакова А.

Метод построения откачной характеристики винтового вакуумного насоса

МГТУ им. Баумана

doi: 10.18411/lj-05-2019-25
idsp: ljournal-05-2019-25

Аннотация:
В статье разработан метод расчёта откачной характеристики сухого винтового вакуумного насоса, с учётом нагрева газа в процессе сжатия и следовательно, нагрева роторов насоса. Детально изложена последовательность действий расчёта и продемонстрированы результаты для определённых начальных условий: сушки кураги.
Ключевые слова: сухой винтовой вакуумный насос, откачная характеристика, перетекания газа, профильные зазоры, профиль Лисхольма, сушка.

Abstract
In this article presented a method for plotting of pumping speed for dry screw vacuum pump subject to heating of gas and pump's rotors during the compression process. The sequence of actions for the calculation are described in detail and the results for initial conditions are demonstrated (for drying apricots).
Keywords: pumping speed, dry screw vacuum pump, screw pump, gas flows, gaps, drying.

Сушка разных материалов и продуктов широко используется в производстве. Например, с помощью сушки под вакуумом получают сушеные овощи и фрукты, доски и черепицу для строительства домов и пр. Процесс естественной сушки требует длительного времени, поэтому в настоящее время используют искусственную сушку. Одним из распространённых методов является вакуумная сушка. Вакуумирование сушильной камеры может производиться различными вакуумными насосами. Одним из перспективных вакуумных насосов является сухой винтовой вакуумный насос. В данной работе рассмотрен метод построения его откачной характеристики.

В процессе сушки есть два наиболее значимых фактора, которые находятся в обратной зависимости друг от друга: время сушки и финальное качество продукта. Оба зависят от температуры сушки: чем она выше, тем быстрее происходит процесс, но тем ниже качество продукта на выходе.

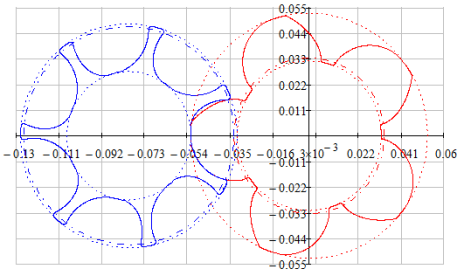


Рис. 1. Сечение роторов винтового компрессора.

Как показано в [1] в большом числе случаев процесс вакуумной сушки протекает при давлении 4 -6 кПа и, для уменьшения перетекания газа через щели, число зубьев винтов необходимо делать больше, чем 4 и 6. Поэтому выберем винты с числом зубьев 5 и 7 для ведущего и ведомого винта соответственно и с профилем Лисхольма. Построим профиль (рис. 1.) и рассчитаем изменение объема парной полости по углу поворота ведущего ротора (рис. 2.) по методике [2].

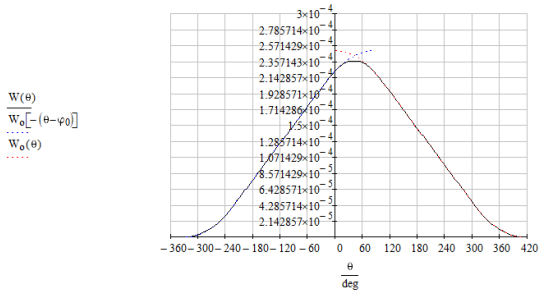


Рис. 2. Изменение объема парной полости по углу поворота ведущего ротора.

Следующим этапом расчёта является построение теоретической индикаторной диаграммы сжатия газа в насосе. В отличии от метода [1], в котором процесс сжатия принят изотермическим, будем считать сжатие газа политропическим, потому что детали насоса будут нагреваться из-за трения и будут нагревать газ. При этом 10% тепла, выделившегося при работе вакуумного насоса, отводится от насоса в атмосферу, а оставшиеся 90% тепла идут на нагрев газа.

Тогда тепло Q,кВт, подведённое к газу извне будет

$$Q = 0.9\, N_{\text{мех}}, \tag{1}$$

где $N_{\text{мех}} = N_i$ (1- $\eta_{\text{мех}}$) - мощность механических потерь, кВт; $\eta_{\text{мех}}$ - механический КПД. Механический КПД сухих винтовых вакуумных насосов лежит в пределах 0,95-0,97

Мощность, затрачиваемая на сжатие газа в вакуумном насосе без подвода тепла N_i , кВт:

$$N_i = S_{\text{г}}[p_{\text{вс}}[\ln(\varepsilon_{\text{г}}) - 1] + \frac{p_{\text{н}}}{\varepsilon_{\text{г}}}] \tag{2}$$

- где $p_{\text{вс}}$, $p_{\text{н}}$ – давление всасывания и нагнетания, кПа; $S_{\text{г}}$ - теоретическая быстрота действия вакуумного насоса, м^3/с; $\varepsilon_{\text{г}}$ – геометрическая степень сжатия.

Полная энергия газа $N_{i\text{т}}$, равная индикаторной мощности вакуумного насоса с подводом тепла равна:

$$N_{\text{п}} = S_{\text{г}}[\frac{1}{n-1} p_{\text{вс}}({\varepsilon_{\text{г}}}^{n-1} - n) + p_{\text{н}}\varepsilon_{\text{г}}] \quad = N_i + 0.9\, Ni\, (1 - \text{ηмех})\,, \tag{3}$$

где, n – коэффициент политропы сжатия.

Задавшись $\varepsilon_{\text{г}}$, можно найти n. Примем $\varepsilon_{\text{г}} = 3$ и получим $n = 1.28$

Теперь, зная показатель n условной политропы сжатия, построим теоретическую индикаторную диаграмму (рис. 3).

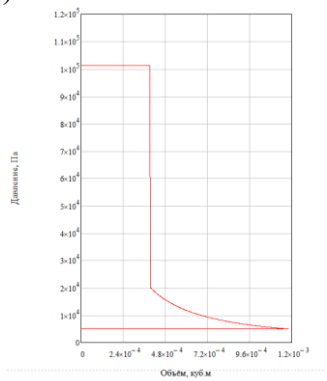


Рис. 3. Теоретическая индикаторная диаграмма вакуумного насоса.

В ходе расчета получим, что насос нагревается до 110°С. Нагрев насоса приводит к увеличению зазоров, что ведёт к увеличению перетечек и уменьшению быстроты действия насоса. Зададим температуру отключения насоса системой защиты 130°С.

Рассчитаем величины зазоров по методике [3] для температуры 130° и 110°С. Зазоры по линии контакта (профильные) для температуры 110°С представлены на рис. 4 Зная значения зазоров при температуре 130°С, построим номинальные профили. Для ведущего винта теоретический профиль является номинальным. Номинальный профиль ведомого винта получаем, строя эквидистанты кривых, которыми описан профиль ведомого винта. При этом каждую кривую занижаем на величину зазора, который образуется по линии контакта сопряжённого профиля с этой кривой.

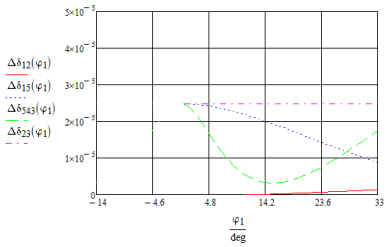


Рис. 4. Величины суммарных зазоров вдоль линии контакта.

Построив номинальные профили, рассчитаем монтажные зазоры. Монтажные зазоры складываются из допусков на изготовление винтовой части роторов, отклонения межосевого расстояния, тепловых расширений деталей и погрешностей монтажа (рис.5). Рабочие зазоры получим вычитанием из монтажных зазоров тепловых зазоров, рассчитанных для 110°С

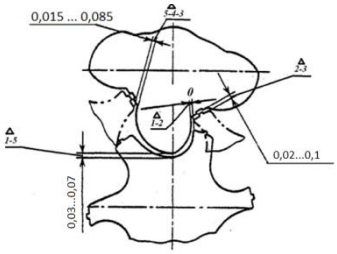


Рис. 5. Схема замера профильных зазоров в нормальном сечении

Значение радиального зазора $\delta_{рк}$ = 0.06 *10^{-3}…0.15 *10^{-3} м, и торцовых: со стороны неподвижной опоры $\delta_{т.нп.max}$ = 0.05 *10^{-3}…0.12 *10^{-3} м, со стороны подвижной опоры $\delta_{т.пп.max}$ = 0.015 *10^{-3}…0.15 *10^{-3} м. Площадь треугольной щели равна 1,5 мм^2.

При работе насоса газ течет через линию контакта в полость всасывания. Методом последовательных приближения получим действительное давление на всасывании насоса и распределение давления в полостях сжатия.

Суть метода [1]:

1) Определим величину суммарных перетечек через торцевые, и профильные зазоры из всех ячеек сжатия в полость всасывания:

$\sum m_п = m_{12} + m_{23} + m_{345} + m_{51}$ – перетечки по линии контакта через участка 1-2, 2-3, 3-4-5, 5-1.

$\sum m_т = m_{т1} + m_{т2}$ - перетечки через торцовые щели ($m_{т2} = 0$), потому, что всех впадинах винтов на торце всасывания давление равно давлению всасывания

2) Рассчитаем давление всасывания с учетом этих перетечек в первом приближении

$$p_{вс} = \frac{(m_г + \sum m_п + \sum m_т)RT}{S_г}, \quad (4)$$

где $m_г = S_г \rho_{вс}$ - массовая теоретическая быстрота действия, кг/с;

$S_г = \pi n_1 m_1 d_1 L(\chi_1 + \chi_2)$ – теоретическая быстрота действия вакуумного насоса. Здесь n_1 – частота вращения вала ведущего ротора, с$^{-1}$; m_1 - число зубьев ведущего винта, d_1, L – наружный диаметр ведущего винта и его длина, χ_1, χ_2 – коэффициенты использования объема соответственно ведущего и ведомого винтов

3) Получив давление всасывания первого приближения, определяем давления в каждой ячейке сжатия. В i-ю ячейку газ перетекает из (i+1) ячейки с большим

давлением и утекает в ячейку (i-1) с меньшим давлением. Давление в i-й ячейке ищем по формуле (5):

$$p_i = \frac{(m_h - \Sigma m_{\text{п}} + \sum m_{\text{р}} + \Sigma m_{\Delta})RT}{S_{\text{г}}} \quad , \qquad (5)$$

где $\sum m_{\text{р}} = m_{\text{р вщ}} + m_{\text{р вм}}$ - перетекания через радиальные щели между ведущим и ведомым винтами и корпусом; Σm_{Δ} – перетекания через треугольные щели. Определив давления сжатия первого приближения во всех ячейках сжатия, рассчитываем давление всасывания второго приближения (пункты 1 и2)

4) Если полученное давление всасывания последующего приближения отличается от предыдущего не более, чем на 5%, то принимаем полученное значение давления всасывания и давления в ячейках сжатия за истинные. Если разница больше 5%, то задавшись новыми значениями как исходными повторяем расчет.

Проведём расчет для следующих исходных данных:

$\text{p}_{\text{вс}} = 4{,}9$ кПа, $\text{p}_{\text{н}} = 101{,}3$ кПа, $S_{\text{г}} = 0{,}038, \text{м}^3 * \text{Па/с}$

Получим следующее распределение давлений (рис. 6.) и действительную индикаторную диаграмму (рис. 7.)

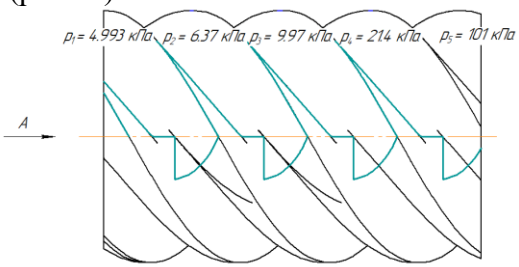


Рис. 6. Давления в ячейках сжатия при $\text{p}_{\text{вс}} = 4{,}9$ кПа.

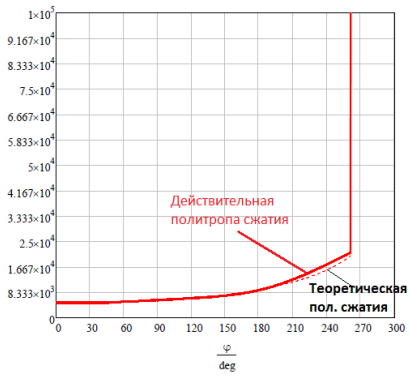


Рис. 7. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы.

Для построения откачной характеристики нужно меняя давление всасывания повторять расчёт. Полученная откачная характеристика показана на рис. 8.

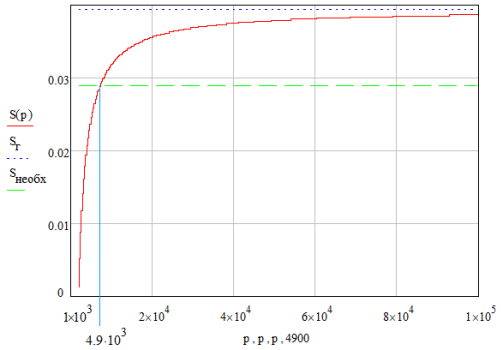


Рис. 8. Откачная характеристика вакуумного насоса

Заключение.

1.Предложен метод расчёта откачной характеристики сухого винтового вакуумного насоса с учётом подвода тепла в полость сжатия газа.

***

1. Автономова И.В., Коробков А.А. Разработка метода расчёта откачной характеристики винтового вакуумного насоса. Моделирование и анализ сложных технических и технологических систем: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. - Самара, 04 марта 2018г. с.60 – 70.
2. Сакун И.А. Винтовые компрессоры. Ленинград, Машиностроение, 1970. - 400 с..
3. Хисамеев И.Г., Максимов В.А. Двухроторные винтовые и прямозубые компрессоры: теория, расчёт и проектирование. Казань: изд-во «Фэн»,2000.-638с:.

Баханов В.С., Виноградов Е.Л., Ваганов В.В.
Сравнительный анализ методов измерения усиления тона в электрофотографической печати

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-05-2019-26
idsp: ljournal-05-2019-26

Аннотация

В статье рассматриваются методы исследования оттисков, полученных способом электрофотографической печати, имеющих целью определение влияния различных параметров запечатываемой бумаги на величину усиления тона. Показаны преимущества и недостатки традиционного для типографий способа измерения тона с помощью спектрофотометра и сканера, а также возможности и перспективы использования способа анализа качества печати с помощью построения профилограмм модельных оттисков.

Ключевые слова: усиление тона, электрофотографическая печать, коэффициент отражения, сканирование, рефлектометрия.

Abstract

The article discusses the methods of research prints, obtained by the method of electrophotographic printing, aimed to determine the influence of various parameters of the imprinted paper on the magnitude of the tone gain. The advantages and disadvantages of the traditional way of measuring the tone by printing patches using a spectrophotometer and scanner are shown, as well as the possibilities and prospects of using the method of analyzing print quality using the construction of profilograms of model imprints.

Keywords: tone gain, electrophotographic printing, reflection coefficient, scanning, reflectometry.

В последние десятилетия наблюдается активное совершенствование компьютеризованного способа электрофотографической печати, обусловленное беспрецедентно ярким развитием цифровой электронно-вычислительной техники и растущим спросом на высокоскоростные технологические схемы компьютер-печать. Электрофотография весьма актуальна: в настоящее время она уже широко применяется в оперативной полиграфии, и, кроме того, эта технология представляет большой интерес в плане решения общей проблемы повышения качества любых видов печатных продуктов, так как в перспективе электрофотографический способ распространения информации может превзойти по точности репродуцирования оригинала все остальные способы печатания, как традиционные контактные, так и современные бесконтактные. В таких обстоятельствах возникает интерес к изучению методов измерения усиления тона оттисков (или растискивания) как основной причины снижения качества печати. Целью данной работы является сравнение методов измерения усиления тона электрофотографической продукции и составление рекомендаций по их использованию в полиграфической практике.

Методика проведения опытов и их результаты

В основном растискивание оно вызвано увеличением площади печатных элементов за счет сокращения площади пробелов при переносе информации на вещественные носители.

На величину усиления тона влияет множество факторов, таких как состав и физико-химические свойства тонера, режим печатания, качество запечатываемого материала. Если первые две группы параметров контролировать и изменять практически невозможно, имея в виду жесткие требования к условиям эксплуатации имеющегося печатного оборудования, то вполне доступным является использование разных видов бумажных субстратов, характеристики которых могут существенно различаться [1].

Исследованные нами оттиски печатались на лазерном принтере модели Xerox DocuColor 5252. Это печатная машина электрофотографического способа печати, возможно использоваие различных видов бумаг граммажом до 300 г/м^2. Печать оттисков производилась в разрешении 150 точек на дюйм в чёрном цвете.

В качестве оборудования для сканирования оттисков использовался сканер от принтера модели Xerox 5325, позволяющий сканировать листовые объекты при разрешении 600 точек на дюйм.

Для измерения коэффициентов отражения света сплошными красочными слоями (напечатанными плашками) применялся спектрофотометр X-Rite i1 Pro с использованием возможностей программного пакета ProfileMaker 5.0.

Оттиски были получены на субстратах пяти видов:

— бумаге матовой Mondi IQ Ultra, 80 г/м^2;
— бумаге матовой Xerox Colotech+, 120 г/м^2;
— бумаге матовой Xerox Colotech+, 160 г/м^2;
— бумаге немелованной глянцевой LumiArt, 150 г/м^2;
— бумаге мелованной матовой LumiSilk, 200 г/м^2.

Первым из примененных нами методов характеризации растискивания является денситометрия; то есть измерение оптической плотности объектов, отражающих свет. Этот метод широко используется в типографиях; можно сказать, сейчас с его помощью полиграфисты традиционно определяют масштабы усиления тона при репродуцировании.

Оптическая плотность D_i i-той точки объекта вычисляется как десятичный логарифм ее коэффициента светоотражения в минус первой степени:

$$D_i = \lg \frac{1}{R_i}, \quad (1)$$

Оценка относительной площади заполнения растрового поля S_i (в процентах) рассчитывается по формуле Мюррея-Девиса [2]:

$$S_i = \frac{1-10^{-Dr}}{1-10^{-Dv}} * 100, \quad (2)$$

где D_{ri} — оптическая плотность i-го растрового поля; D_v — оптическая плотность плотного слоя краски (ее считают равной единице). О масштабах растискивания (но не о причинах его проявления) предлагается судить по величине S_i.

При оценке качества цветных иллюстраций пользуются спектрофотометрами – приборами, по сравнению с денситометрами более функциональными, сложными и дорогими.

С помощью спектрофотометра X-Rite i1 Pro были сняты показатели отражения черных плашек для всех видов бумаг (рисунок 1).

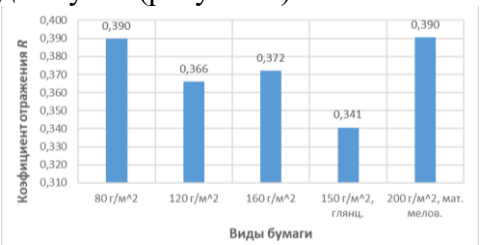


Рисунок 1 - Результаты спектрофотометрического измерения коэффициентов отражения света сплошными черными красочными слоями, нанесенными на разные бумажные субстраты

Затем по формуле (1) были найдены значения оптической плотности плашек и по формуле Мюррея-Девиса (2) рассчитали значения относительной площади растровых элементов (таблица 1).

Таблица 1.

Значения относительной площади растровых элементов и величина растискивания для разных видов бумаг

Номер бумажного субстрата	1	2	3	4	5
Средний коэффициент отражения R	0,390	0,366	0,372	0,341	0,390
Относительная площадь растровых элементов S, %	56,7	59,3	58,6	62,1	56,6

Второй способ измерения растискивания состоит в сканировании модельных штриховых оттисков (штрих-карт), отличающихся частотой нанесения штрихов.

Штрих-карты содержат перемежающиеся чёрные и белые полосы одинаковой ширины d. При изменении этого показателя меняется и частота штрихования $1/d$. Если наблюдается так называемое локальное растискивание («перетекание» краски из штрихов в пробелы), то с увеличением $1/d$ эффект возрастания тона модельных оттисков должен становиться все более заметным; в случае растискивания пространственного (слабого равномерного закрашивания пробелов) сниженный тон штрих-карт от частоты штрихования зависеть не будет. Таким образом, по экспериментальной зависимости $R = f(1/d)$ можно составить суждение и о масштабах растискивания, и о его механизмах [3].

Для проведения опытов были подготовлены карты с шириной полос от 4 до 10 пикселей (1 пк = 33,3 мкм). Полученные модельные оттиски были отсканированы на планшетном сканере, а затем с помощью компьютерного анализа по программе Scilab были определены средние значения их уровня тона m и средние коэффициенты отражения R,

$$R = \frac{m}{255}, \tag{3}$$

Типичная зависимость $R = f(1/d)$ показана на рисунке 2.

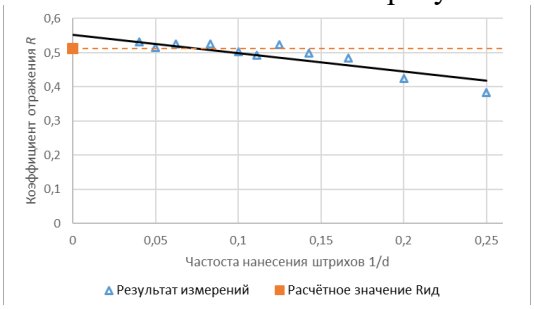


Рисунок 2 - Зависимость коэффициента отражения света R штриховыми оттисками, напечатанными на мелованной бумаге LumiSilk 200 г/м^2

Из теории локального растискивания следует, что для толкования результатов сканирования штриховых карт необходимо определить показатели светоотражения субстратов R_b и плашек R_p. Среднее арифметическое этих величин $R_{ид} = \frac{R_b + R_p}{2}$ имеет смысл коэффициента отражения света идеальной картой, для которой усиление тона ничтожно. Теоретическая зависимость $R = f(1/d)$ линейна, она имеет вид

$$R = R_{ид} - \frac{x}{d}\left[R_b + R_p - \frac{2*(R_b - R_p)}{\ln\left(\frac{R_b}{R_p}\right)}\right], \tag{4}$$

где x – усредненная половина ширины зоны размытия границы штрих-пробел (в принципе, эта зона складывается из двух частей x_1 и x_2, которые характеризуют области просветления штрихов и затемнения пробелов вблизи границы). Если пространственным растискиванием пренебрегать нельзя, то в формуле (4) параметр R_b нужно заменить на коэффициент отражения света слабо закрашенным пробелом R_x по всей его ширине.

Уравнение (4) вполне удовлетворительно описывает полученные нами экспериментальные данные. В преобразованной форме

$$x = \frac{R_{ид} - R_{0.25}}{R_b + R_p - \dfrac{2*(R_b - R_p)}{\ln\left(\dfrac{R_b}{R_p}\right)}} * d, \tag{5}$$

(где $R_{0.25}$ — значение коэффициента отражения для карты, заштрихованной с частотой 1/4 а $d = 4$) оно использовалось нами для расчета количественной характеристики локального растискивания x – см. таблицу 2.

Таблица 2

Результаты определения параметров локального растискивания по данным оптического сканирования штрих-карт

Номер бумаги	1	2	3	4	5
x (мкм)	34	36	35	37	27
2x (мкм)	68	72	70	74	54

Третий метод оценки величины растискивания, так, как и второй, предполагает использование планшетного сканера в качестве инструмента для получения данных о светоотражении оттисков. В данном случае необходимо сканировать не штрих-карты, а простейшие модельные оттиски, представляющие собой прямоугольники, наполовину плотно закрашенные черной краской.

Обработка результатов опытов с простейшими оттисками производилась также в программе Scilab, при этом использовалась возможность строить оптические профилограммы сканов (рисунок 3). Такая процедура наглядно показывает не только изменение уровней тона в выбранной строке изображения при пересечении границы краска-пробел, но и ярко демонстрирует неоднородность слоя краски и запечатываемого материала, влияющую на качество репродуцирования.

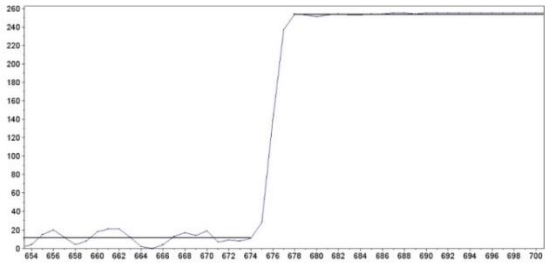


Рисунок 3 - Пример профилограммы; бумага мелованная матовая LumiSilk 200 г/м^2., строка скана 500

Другое важное достоинство получения профилограмм — детализация зоны перехода от окрашенной в черный цвет плашки в область незакрашенного субстрата. демонстрация разделения пограничной зоны на два участка предположительно разной ширины.

Результаты анализа оптических профилограмм приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты анализа профилограмм

Номер бумаги	x1, пк	x2, пк	x1 + x2, пк	2xср, мкм
1	1,1	1,5	2,6	86
2	1,1	1,7	2,8	93
3	1,2	1,4	2,6	86
4	1,3	1,6	2,9	97
5	0,8	1,6	2,4	81

Выводы

Подводя итоги проделанной работы, приходим к таким заключениям:

1. Фотометрические исследования, проводимые с применением денситометров или спектрофотометров, в сравнении со сканированием изучаемых объектов недостаточно информативны. Впрочем, следует указать на практическое совпадение данных о светоотражательной способности объектов, добытых разными способами.
2. Сравнивая методы сканирования модельных оттисков разных видов, имеющие целью получение либо зависимостей $R = f(1/d)$, либо оптических профилограмм, отмечаем меньшую точность измерения параметров растискивания вторым из них. Однако метод профилограмм отличает возможность визуализации растискивания, он менее трудоемок и, по нашему мнению, имеет лучшие перспективы внедрения в практику полиграфических предприятий.
3. Методами сканирования доказано, что растискивание при печатании на бумаге №5 заметно менее всего. Можно прогнозировать более высокое качество печати при использовании этого субстрата.

***

1. Виноградов Е. Л. Цифровые технологии оперативной полиграфии: учебное пособие // Е. Л. Виноградов, В. В. Ваганов. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. - 62 с.;
2. Методы контроля градационной передачи при печати. Журнал «КомпьюАрт»: электронный журнал, 2008. Февраль. URL: https://compuart.ru/article/18697 (дата обращения 06.05.2019);
3. Борисенко Е. А. Исследование механизмов физического растискивания. Часть 1. Теория // Е. А. Борисенко, Е. Л. Виноградов, С. В. Мартыненко. Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела, 2008, № 3, с. 16 – 24;

Беспалов В.В.

Погрешность зацепления шевера с обрабатываемым зубчатым колесом от перекоса шевера

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Россия, Нижний Новгород)

doi: 10.18411/lj-05-2019-27
idsp: ljournal-05-2019-27

Аннотация

В статье приведена зависимость погрешности зацепления шевера с обрабатываемым зубчатым колесом от перекоса шевера и сделан ее анализ.

Ключевые слова: погрешность зацепления, перекос, шевер, радиальная составляющая перекоса, осевая составляющая перекоса.

Abstract

The article presents the dependence of shaver engagement error with the shaver skewness and its analysis.

Keywords: engagement error, skewness, shaver, radial skew component, axial skew component.

Как видно из работы [1], погрешности зацепления по длине шевера переменны и зависят от удаленности точки контакта режущих кромок шевера с профилем зуба. Составляющую погрешности зацепления от перекоса шевера, вызванную переменным осевым биением, можно определить следующим выражением:

$$F_{\text{з ос.}} = \frac{R_{\text{ш}}\Delta_L^{max}\cos\alpha t\omega\cos\beta}{2L}\sin 2\varphi \qquad (1)$$

Анализ этой зависимости показывает:

1. Характер влияния осевой составляющей перекоса шевера на погрешность зацепления – синусоидальный по углу 2φ, ввиду того, что сама величина максимального осевого биения зависит от переменного угла наклона режущих кромок, изменяющегося по косинусоидальному закону в функции угла поворота шевера.
2. Если осевая составляющая перекоса шевера направлена вправо от заготовки, то происходит отрицательное приращение линии зацепления по левой стороне профиля и положительное – по правой.
3. Если осевая составляющая перекоса шевера направлена влево от заготовка, то происходит отрицательное приращение линии зацепления по правой стороне профиля и положительное – по левой
4. Погрешности зацепления по левым и правым сторонам профиля шевера равны по величине и противоположны по знаку; за полный оборот шевера обе стороны профилей дважды будут испытывать как отрицательное, так и положительное приращение линии зацепление.
5. Период проявления ошибки равен π/z .

Погрешность зацепления от радиальной составляющей перекоса шевера определяется формулой

$$F_{\text{З рад.}} = \frac{\Delta_L^{max}}{L} l_1 \sin \alpha t\omega \cos \beta \sin \varphi \qquad (2)$$

где $\Delta_L^{max}/_L$ – переменное по длине шевера радиальное биение режущего контура.

Как видно из зависимостей (1) и (2), погрешности зацепления по длине шевера переменны и зависят от удаленности точки контакта режущих кромок шевера с профилем зуба. осевая составляющая погрешности зацепления от перекоса шевера зависит, кроме того, от угла развернутости эвольвенты профиля шевера. Анализ зависимости (2) показывает, что погрешность зацепления от радиальной составляющей перекоса шевера, аналогична действию чисто радиального биения, но только переменна по длине шевера [1].

В результате сложения радиальной и осевой составляющих перекоса шевера суммарная погрешность будет иметь сложный характер проявления, определяемый зависимостью

$$F_{\text{Зпер}} = \frac{\Delta_L^{max}}{L} \cos \beta \left(l_1 \sin \alpha t\omega \sin \varphi \pm \frac{R_{\text{ш}}}{2} \cos \alpha t\omega \sin 2\varphi \right) \qquad (3)$$

Анализ этой зависимости позволяет сделать ряд выводов:

1. Так как характер проявления радиальной составляющей перекоса на погрешности зацепления синусоидальной по углу φ с периодом проявления ошибки $2\pi/z$, а характер проявлений осевой составляющей перекоса на погрешность зацепления синусоидальный по углу 2φ с периодом проявления ошибки π/z, то результирующим явится сумма этих зависимостей с периодом проявления $2\pi/z$.
2. Если радиальная составляющая перекоса шевера направлена в сторону заготовки по линии межосевого перпендикуляра шевер-заготовка, то наблюдается отрицательное приращение линии зацепления по обеим сторонам профиля шевера. Если направление осевой составляющей перекоса шевера направлено от заготовки в сторону за нее, то происходит отрицательное приращение линии зацепления по левой стороне профиля шевера и положительное – по правой. Таким образом, при сложении указанных погрешностей, как следствие общего действия перкоса шевера, происходит их суммирование по левым профилям и вычитание по правым с обязательным учетом периода проявления погрешности.
3. Если радиальная составляющая перекоса шевера направлена от заготовки по линии межосевого перпендикуляра шевер-заготовка, то имеет место положительное приращение линии зацепления по обеим сторонам профиля шевера. Если осевая составляющая перекоса шевера направлена от заготовки в сторону перед ней, то происходит отрицательное приращение линии

зацепления по правой стороне профиля шевера и положительное по левой. При сложении указанных погрешностей происходит их суммирование по левым сторонам профиля шевера и вычитание по правым с обязательным учетом периода проявления погрешности.

4. Погрешности зацепления по правым и левым профилям, вызванные перекосом шевера, будут равны по величине и противоположны по знаку.
5. Период проявления суммарной ошибки равен $2\pi/z$.

Из вышеизложенного видно, что перекос шевера вызывает сложный характер изменения погрешности зацепления дискового шевера с обрабатываемым зубчатым колесом.

***

1. Беспалов В.В., Сорокин В.М. Влияние погрешностей дисковых шеверов на циклическую погрешность зубцовой частоты цилиндрических зубчатых передач // технологические процессы и оборудование в машино- и приборостроении: Межвузовский сборник научных трудов. Н.Новгород. 1995. С.92-100.

Беспалов В.В.

Повышение точности изготовления цилиндрических зубчатых колес

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Россия, Нижний Новгород)

doi: 10.18411/lj-05-2019-28
idsp: ljournal-05-2019-28

Аннотация

Рассмотрены проблемы повышения точности изготовления цилиндрических зубчатых колес при шевинговании, связанные с точностью изготовления и заточки дискового шевера и установки его на станке. Проведен комплексный анализ существующих исследований точности цилиндрических зубчатых колес в процессе шевингования и нормативно-технических требований на эту операцию. Установлено, что целесообразно изучение точности обработки зубчатых колес начинать с обнаружения изменения приведенной технологической ошибки за рабочий цикл. Причем из всего комплекса ошибок деталей механизмов и процессов их изготовления необходимо выделять только те, которые являются функциями перемещения звена, детали, механизма.

Особое внимание уделено исследованию влияния технологических факторов шевингования на циклическую погрешность зубцовой частоты и ее гармонические составляющие. Выявлены основные причины возникновения ошибок зубчатого колеса в процессе шевингования, а именно: точность дискового шевера при его изготовлении и заточке (погрешности профиля, направления зуба, шага зацепления, циклическая погрешность) и установка его на шпиндель станка (радиальное и осевое биение шевера и его перекос). Определена связь этих причин с неточностями средств производства, неточностями зубчатого колеса и характером его работы в машине.

Ключевые слова: зубчатые передачи, шевингование, шевер, точность, функциональная погрешность.

Abstract

The research deals with such issues of increasing spur gears manufacturing accuracy at shaving operation as accuracy of shaver manufacturing and sharpening and its positioning on the machine. Complex analysis of existing studies of spur gears accuracy and technical requirements for this operation has been carried out. It is advisable to begin the study of the machining accuracy of the gears with the detection of a change in a given technological error per operating cycle. Moreover, it is necessary to allocate only those errors from the entire complex of errors of the mechanisms parts and processes of its manufacturing that are functions of movement of the link, part or mechanism. Special attention is paid to the research of the influence of technological factors of shaving on cyclic error of gear-meshing frequency and its harmonic components. The

research identifies the main causes of errors at gear shaving and its connection with inaccuracies of means of production, gear and nature of its work in the mechanism.

Keywords: gears, shaving, shaver, accuracy, functional error.

В автомобилестроении предъявляются повышенные требования к уровню шума в салоне автомобиля. Как известно, главные возбудители вибрации и шума в автомобиле – это зубчатые передачи редуктора коробки скоростей, заднего моста, раздаточной коробки и механизма распределения. Возникновение шума связано с неточностями изготовления зубчатых колес по нормам плавности работы, комплексным показателем которых является циклическая погрешность зубцовой частоты и ее гармонические составляющие.

Значительное влияние на точность зубчатых колес оказывает операция шевингования. За длительный период развития шевингования проведено большое количество научных исследований в области изучения точности. Комплексные исследования точности зубчатых колес в процессе шевингования представлены в виде результатов этих работ в таблице 1 [1].

Таблица 1.

Исправляемость параметров зацепления колес при двухстороннем (беззазорном) шевинговании по данным различных авторов

Автор	Показатели точности по ГОСТ 1643–81							
	ffr	Fir	fpbr	Fpr	Fβr	Frr	FvWr	Fir
Адам Я. И.	+	+	+	0	" "	×	" "	+
Кане М. М.	+	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
Клепиков В. Д.	+	" "	" "	" "	+	+	" "	+
Соколов В. Н.	+	" "	+	" "	" "	" "	" "	" "
Сайкс	+	+	" "	0	×	0	" "	" "
Уферт и Юнклевиц	+	+	+	" "	" "	" "	" "	" "
Коллинз	+	" "	" "	+*	" "	" "	" "	" "
Чапаев П. П.	+	" "	+	+	+	+	" "	" "
Коган Г. И.	+	" "	+	" "	0	0	0	+
Тамарин А. А.	+	+	" "	+	" "	0	" "	" "
Лихциер М. Б.	+	" "	" "	" "	" "	0	" "	" "
Семенченко И. И.	+	" "	" "	" "	+	+	" "	" "
Кокичев Е. Н.	+	+	+	0	" "	0	" "	" "
Мильштейн М. З.	+	" "	" "	" "	+	" "	" "	" "
Полоцкий М. С.	+	+	+	0	" "	" "	" "	" "
Кузоватов В. С.	+	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
Романов В. Ф.	+	" "	+	+	+	+	" "	" "
Условные обозначения: + – исправляет; 0 – не исправляет; × – исправляет частично; * – при незначительных отклонениях; " " – автором не исследовалось.								

Анализируя приведенную таблицу, можно заключить, что все авторы отмечают хорошую исправляемость профиля, шага зацепления и циклической погрешности. Величина же накопленной погрешности шага после шевингования практически не изменяется. Об исправляемости направления зуба, от которого зависит контакт зубьев по длине, имеются различные мнения. Таким образом, проблема поиска резервов производства и путей их реализации, направленных на повышение точности изготовления цилиндрических зубчатых колес, выдвигается в ряд наиболее актуальных.

Проведенный анализ нормативно-технических документов на операцию «шевингование» показал, что сведения о точности зубошевинговальных станков и шеверов представлены в неудобном для технолога виде. Эти сведения и нормы определяют обычно точность изготовления деталей станка, качество его сборки и регулировки, поэлементный контроль отдельных параметров. Они не несут необходимой технологу информации для определения точностных возможностей станка и шевера как средства для обработки зубчатых колес. Кроме того, эти материалы охватывают лишь часть технологических факторов из общей системы «станок – приспособление – инструмент – заготовка», не затрагивая точности таких важных звеньев, как приспособление под заготовку, собственно заготовку, установку шевера на станок и другие, которые оказывают существенное влияние на точность обработки зубчатых колес.

В результате этого снижается точность и повышается себестоимость изготовления деталей.

При механической обработке всякой детали процесс так называемого профилирующего прохода, при котором осуществляется формообразование рабочих контуров обрабатываемых деталей и их рабочих поверхностей, также осуществляется за некоторый цикл. Изучение точности обработки детали приводит к обнаружению изменения приведенной технологической ошибки за указанный цикл. Эту ошибку можно выразить как функцию перемещения, совершаемого в обработке изготовляемым зубчатым колесом относительно обрабатывающего его инструмента. Но проследить ошибку – значит определить закон ее изменения, т. е. функциональность, и притом функциональность по вышеуказанному перемещению за рабочий цикл. Каждой технологической операции зубообработки свойственен собственный набор ошибок с учетом наследственности предыдущей. Таким образом, из всего комплекса ошибок деталей механизмов и технологических процессов их изготовления выделяют лишь те, которые являются функциями перемещения звена, детали, механизма.

Знакопеременные циклические погрешности колес и передач, изменяющиеся по синусоидальному закону, можно принять за показатели плавности работы зацеплений, что будет способствовать более полному раскрытию кинематических и динамических свойств зубчатых механизмов [2]. В отдельных случаях, например, при оценке и нормировании акустической или вибрационной активности зубчатого механизма, в качестве функциональных показателей точности могут быть приняты, соответственно, общий уровень шума и удвоенные величины амплитуд составляющих спектра вибраций зубчатого механизма.

Функциональным показателем качества взаимного контакта зубьев сопряженных зубчатых колес в передаче можно принять разность между действительным и нормальным законами распределения плотности этого контакта по длине контактных линий при различных фазах зацепления.

Рабочий процесс, осуществляемый зубчатым механизмом, как и его функциональная погрешность, является непрерывным и периодическим. Его всегда можно описать математически с помощью рядов Фурье. Представление о погрешности как о процессе по существу закладывает основу разработки принципов функциональной взаимозаменяемости.

Спектральное представление функциональных, в частности кинематических погрешностей зубчатых передач, способствует проведению сквозного анализа причинно-следственных связей функциональной кинематической погрешности передачи, например, на основе принципа инверсии [3].

Действительно, сложный комплекс периодических отклонений от идеальных кинематических процессов, сопутствующих реализации последних на зубообрабатывающих станках, отображается на изделиях, т. е. на зубчатых колесах, в виде погрешностей их обработки, которые суммируются в порядке, определяемом методом формирования зубьев. При эксплуатации и контроле функциональная кинематическая погрешность передачи сама порождает некоторый кинематический процесс, воздействуя на измерительный прибор, или становится возбудителем колебаний, нарушающих правильное течение рабочего процесса в машине, приводимой в движение зубчатым приводом.

Функциональные показатели позволяют непосредственно, однозначно и полно определить точность выполнения какой-либо одной из главных рабочих функций, избавляют конструктора от необходимости изучения связей между причинами допусков на изготовления передачи и качеством ее работы.

Кроме того, функциональные показатели точности зубчатых колес всех видов и размеров качественно тождественны между собой. Это дает возможность существенно сократить номенклатуру контрольно-измерительных средств, предназначенных для прямого браковочного контроля любых зубчатых передач, поскольку при использовании функциональных в частности кинематических показателей точности измерительные средства не зависят от геометрических характеристик контролируемых объектов.

Применение функциональных показателей позволяет унифицировать точностные требования к зубчатым механизмам и разработать единый стандарт допусков на все виды передач зацеплением. Необходимым и главным условием такой унификации должен стать

отказ от использования в качестве основных традиционных геометрических показателей точности, по которым решается вопрос о годности изделий.

Задачей повышения точности изготовления цилиндрических зубчатых колес является разработка научно-обоснованных технических условий и технических требований на операцию «шевингование». С этой целью проведены исследования влияния технологических факторов шевингования на циклическую погрешность зубцовой частоты и ее гармонические составляющие, т. е. выявлены причины возникновения ошибок зубчатого колеса в процессе шевингования и установлена связь погрешностей шевингования с неточностями средств производства, неточностями зубчатого колеса и характером его работы в машине [4, 5].

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

- Наиболее полное представление о точности зубчатого колеса по параметрам плавности работы дает его проверка в однопрофильном зацеплении с разложением результатов контроля на гармонические составляющие.
- Наибольшее влияние на циклическую погрешность зубцовой частоты и ее гармонические составляющие оказывает точность дискового шевера при его изготовлении и заточке, а также установка его на шпиндель станка.
- Гармонический спектр циклической погрешности зубцовой частоты определяется видом, формой и размерами приведенной погрешности зацепления дискового шевера с обрабатываемым зубчатым колесом.
- Суммарная приведенная погрешность зацепления дискового шевера определяется монотонными кусочно-линейными составляющими, синусоидальными по углу φ и 2φ.
- Монотонные кусочно-линейные составляющие суммарной приведенной погрешности определяются погрешностями профиля зуба, направления зуба, шага и шага зацепления. Эти погрешности дают спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты, которые монотонно убывают с возрастанием частоты.
- Синусоидальные составляющие по углу φ приведенной суммарной погрешности зацепления определяются радиальным и осевым биением шевера, а также радиальной составляющей от перекоса шевера. Эти погрешности приводят к спектру амплитуд гармонических составляющих с высокой первой гармонической составляющей, амплитуды последующих гармоник имеют малые величины.
- Синусоидальные составляющие по углу 2φ суммарной приведенной погрешности зацепления определяются осевой составляющей перекоса шевера. Эти составляющие приводят к спектру амплитуд гармонических составляющих с высокой первой и третьей гармоническими составляющими.
- Использование гармонического анализа ошибок шевингования позволяет находить технологические погрешности и намечать пути их устранения.

***

1. Беспалов В. В. Повышение точности цилиндрических зубчатых колес при шевинговании : дис. канд. техн. наук : 05.02.08 : защищена 20.03.1996. Н. Новгород, 1996. 122 с.
2. Симонов А. А., Кринзберг Ц. З. Контроль цилиндрических зубчатых колес по циклической погрешности зубцовой частоты // Надежность и контроль качества. 1979. № 8. С. 44–51.
3. Тайц Б. А. Тенденция развития нормирования точности зубчатых передач // Вестник машиностроения. 1981. № 2. С. 36–39.
4. Беспалов В. В., Хазова Вик. И. Влияние погрешностей зацепления, из-меняющихся по синусоидальному закону по углу φ, на спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты цилиндрических зубчатых передач // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3. С. 41–43.
5. Беспалов В. В., Хазова Вер. И. Влияние погрешностей зацепления, из-меняющихся по синусоидальному закону по углу 2φ, на спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты цилиндрических зубчатых передач // Вестник ИжГТУ. 2014. № 4. С. 30–33.

Беспалов В.В.

Суммарная приведенная погрешность зацепления дискового шевера с обрабатываемым зубчатым колесом

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Россия, Нижний Новгород)

doi: 10.18411/lj-05-2019-29
idsp: ljournal-05-2019-29

Аннотация

В статье был сделан анализ выражений для определения погрешностей семи основных параметров изготовления, заточки и установки дисковых шеверов при шевинговании, которые определяют суммарную приведенную погрешность зацепления. Приведена классификация этих погрешностей и определена суммарная погрешность.

Ключевые слова: погрешность, шевингование, дисковый шевер, зацепление, суммарная приведенная погрешность зацепления.

Abstract

The article analyzes the expressions to determine the errors of the seven main parameters of manufacturing, sharpening and installing disk shavers when shaving, which determine the total reduced error of engagement. The classification of these errors is given and the total error is determined.

Keywords: error, shaving, disk shaver, engagement, total reduced engagement error.

Из материалов, изложенных в работах [1,2,3] при шевинговании насчитывается семь основных параметров изготовления, заточки и установки дисковых шеверов, погрешности которых определяют суммарную погрешность зацепления:

1) погрешности направления зуба шевера

$$F_{31} = \frac{F_\beta}{k} \cos\beta \cos\alpha t\omega \, n_i$$

2) погрешности профиля зуба шевера

$$F_{32} = \frac{f_f}{k} n_i$$

3) погрешности шага шевера

$$F_{33} = \frac{f_{pt}}{k} \cos\beta \cos\alpha t\omega \, n_i$$

4) погрешности шага зацепления шевера

$$F_{34} = \frac{f_{pb}}{k} n_i$$

5) радиальное биение шевера

$$F_{35} = e_{\text{рад.ш.}} \sin\alpha t\omega \cos\beta \sin\varphi$$

6) осевое биение шевера

$$F_{36} = e_{\text{ос.ш.}} \cos\alpha t\omega \cos\beta \sin\varphi$$

7) перекос шевера

$$F_{37} = \frac{\Delta_L^{max}}{L} \cos\beta \left(l_1 \sin\alpha t\omega \sin\varphi \pm \frac{R_\text{ш}}{2} \cos\alpha t\omega \sin 2\varphi \right)$$

Анализ данных выражений позволяет классифицировать эти погрешности:

1) по характеру влияния на погрешность зацепления;

Погрешности направления зуба шевера, профиля, шага и шага зацепления приводят к монотонному кусочно-линейному изменению погрешности зацепления, зависящему от порядкового номера профилирующего реза шевера в процессе формообразования профиля зуба обрабатываемого колеса. В обобщенном виде эти погрешности можно записать следующим образом:

$$F_{\text{зм}} = \left(F_\beta \cos\beta \cos \alpha t\omega + f_f + f_{pt} \cos\beta \cos \alpha t\omega + f_{pb}\right)\frac{n_i}{k}$$

Радиальное и осевое биения шевера, а также радиальная составляющая погрешности зацепления от перекоса шевера приводят к синусоидальному изменению погрешности зацепления по углу φ. суммарно эти погрешности можно записать:

$$F_{з\varphi} = \left(e_{\text{рад.ш.}} \sin \alpha t\omega + e_{\text{ос.ш.}} \cos \alpha t\omega + \frac{\Delta_L^{max}}{L} l_1 \sin \alpha t\omega\right)\cos\beta \sin\varphi$$

Осевая составляющая перекоса шевера приводит к синусоидальному изменению погрешности зацепления по углу 2φ

$$F_{32\varphi} = \frac{R_{\text{ш}}\Delta_L^{max} \cos \alpha t\omega \cos\beta}{2L} \sin 2\varphi$$

Таким образом, исходя из принципа классификации погрешностей по характеру их влияния на погрешность зацепления, можно определить суммарную погрешность:

$$F_{з\Sigma} = F_{\text{зм}} + F_{з\varphi} + F_{32\varphi} =$$

$$= \left(F_\beta \cos\beta \cos \alpha t\omega + f_f + f_{pt} \cos\beta \cos \alpha t\omega + f_{pb}\right)\frac{n_i}{k}$$
$$+ \left(e_{\text{рад.ш.}} \sin \alpha t\omega + e_{\text{ос.ш.}} \cos \alpha t\omega + \frac{\Delta_L^{max}}{L} l_1 \sin \alpha t\omega\right)\cos\beta \sin\varphi$$
$$+ \frac{R_{\text{ш}}\Delta_L^{max} \cos \alpha t\omega \cos\beta}{2L} \sin 2\varphi$$

2) по степени влияния на левый и правый профиль шевера

Погрешности направления зуба шевера, профиля, шага, шага зацепления, радиальное биение и радиальная составляющая перекоса швера оказывают одинаковое воздействие как на левый, так и на правый профиль шевера. Положительные величины погрешности направления зуба шевера, профиля, шага, шага зацепления, радиальное биение и радиальная составляющая перекоса шевера, направленные в сторону заготовки по линии межосевого перпендикуляра шевер-заготовка, приводят к отрицательным приращениям по обеим сторонам профиля шевера. Отрицательные величины погрешности направления зуба, профиля, шага, шага зацепления, радиальное биение и радиальная составляющая перекоса шевера, направленные от заготовки по линии межосевого перпендикуляра шевер-заготовка, влекут за собой положительные приращения линии зацепления по обеим сторонам профиля шевера.

Осевое биение шевера, а также осевая составляющая перекоса шевера оказывают различное действие на левый и правый профиль шевера. При направлении осевого биения шевера и осевой составляющей перекоса шевера, направленной от заготовки в сторону за нее, происходит положительное приращение линии зацепления по правой стороне профиля шевера и отрицательное – по левой. При направлении осевого биения шевера и осевой составляющей перекоса шевера, направленной от заготовки в сторону перед ней, происходит положительное приращение линии зацепления по левой стороне профиля и отрицательное по правой.

***

1. Беспалов В. В. Повышение точности цилиндрических зубчатых колес при шевинговании : дис. канд. техн. наук : 05.02.08 : защищена 20.03.1996. Н. Новгород, 1996. 122 с.
2. Беспалов В. В., Хазова Вик. И. Влияние погрешностей зацепления, изменяющихся по синусоидальному закону по углу φ, на спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты цилиндрических зубчатых передач // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3. С. 41–43.
3. Беспалов В. В., Хазова Вер. И. Влияние погрешностей зацепления, изменяющихся по синусоидальному закону по углу 2φ, на спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты цилиндрических зубчатых передач // Вестник ИжГТУ. 2014. № 4. С. 30–33.

Кайс Х.А.

Состав и свойства бетона на основе гипсоцементно-пуццолановых вяжущих (ГЦПВ)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, Казань)

doi: 10.18411/lj-05-2019-30
idsp: ljournal-05-2019-30

Аннотация

Несмотря на то, что гипс является одним из самых экологически чистых вяжущих, его использование в качестве гипсовых изделий ограничено. Основной проблемой гипсовых материалов является их низкая устойчивость к влажной среде и резкое снижение механических свойств с увеличение влажности. В статье представлен обзор литературы о составах, свойствах и способах использования составных вяжущих на основе гипса с гидравлическими и пуццолановыми материалами, а также некоторые результаты современных исследований, выполненных авторами.

Ключевые слова: гипс, ГЦПВ, вяжущие, метакаолин, пуццолан, гидравлические, прочность на сжатии.

Abstract

Despite the fact that gypsum is one of the most environmentally friendly binders, its use as gypsum products is limited. The main problem of gypsum materials is their low resistance to wet environments and a sharp decrease in mechanical properties with an increase in humidity. The article presents a review of the literature on the compositions, properties and methods of using composite gypsum-based binders with hydraulic and pozzolanic materials, as well as some results of modern studies carried out by the authors.

Keywords: gypsum, GCPB, binders, metakaolin, pozzolan, hydraulic, compressive strength.

Гипс является одним из самых экологически чистых вяжущих, так как потребление энергии на его производство значительно ниже по сравнению с цементом или известью, и оно также может быть произведено из многочисленных отходов, количество которых почти неограниченно. К другим достоинствам гипса относятся высокая огнестойкость, хорошая работоспособность, хорошие акустические свойства и эстетика.

К сожалению, использование гипса в качестве строительного материала ограничено использованием в сухих условиях окружающей среды, потому что гипс значительно теряет свои механические свойства при намокании. Были несколько попыток улучшить водостойкость гипсовых продуктов, либо путем модификации гипсового материала, либо путем пропитки поверхности. Гипс может быть модифицирован, например, глинистыми минералами [1], акриловым латексом [2] или составными водо-проверочные добавки. Jianquan Li J, приготовили водонепроницаемую добавку путем эмульгирования поливинилового спирта и стеариновой кислоты, и смешивая их с алунитом, карбонатом натрия и сульфатом алюминия [3]. Поверхностная пропитка гипса также возможна, но долговечность такой обработки короткая по сравнению с модификацией гипсового материала. Colak A, обнаружил, что пропитка поверхности гипса эпоксидной смолой может значительно улучшить его водостойкость, но только в течение относительно короткого периода [2]. Наилучшие результаты в попытках получения водостойких материалов на основе гипса были достигнуты при использовании составных вяжущих с латентными гидравлическими и пуццолановыми материалами. Поскольку гипс является нейтральным или слабокислым, нужна реакция пуццолана в щелочной среде и, эти связующие должны содержать также некоторое количество щелочного компонента (обычно гидратированная известь или цемент). Такие материалы называются гипсоцементно-пуццолановыми вяжущими.

Гипсоцементно-пуццолановое вяжущее (ГЦПВ), разработано в 30-40-х прошлом веке в МИСИ им. В.Б.Куйбышева под руководством профессора А.В.Волженского. А

современная отечественная и зарубежная практика свидетельствует о том, что гипс и материалы на его основе по праву принадлежат к числу эффективных строительных материалов [4].

Использование материалов на основе ГЦПВ во внутренней отделке помещений при нормальном и сухом влажностном режиме снижает требования по водостойкости, а значит устоявшиеся соотношения ГЦПВ: гипсового вяжущего (50...75%) с портландцементом или шлакопортландцементом (15...25%) и пуццолановой добавкой - трепелом, диатомитом, опокой и др. (10...25%), предложенные проф. А. В. Волженским, возможно уточнить для этих условий [5].

Разница между гидравлическими и пуццолановыми материалами заключается в их реакции гидратации и их составе. В то время как латентные гидравлические материалы способны схватываться и вода после реакции с некоторым активатором пуццоланов также нуждается в присутствии гидроксида кальция для реакции. Пуццолановые материалы обычно не содержат оксида кальция (или содержат его только в небольших количествах), в то время как в латентных гидравлических материалах содержится оксид кальция в большем количестве [6]. Оба типа материалов нуждаются в гидратации в щелочной среде, что является причиной, почему они обычно не используются непосредственно в гипсе, т.к. pH гипса лежит в пределах 5-7. Поэтому щелочная среда должна быть установлена в гипсовой смеси, чтобы начать реакцию пуццолана. Добавление гидроксида кальция (чаще всего в виде гашеной извести или в виде продукта гидратации цемента) кажется наиболее очевидным выбором, особенно для пуццоланов. Сульфат кальция (либо в форме гипса или ангидрита) очень часто используется в латентных гидравлических материалах в качестве активатора (хотя можно использовать и другие активаторы), поэтому их комбинация в вяжущих на основе гипса логично. Иногда даже дополнительный источник гидроксида кальция не является необходимым, если смесь гипса и латентного гидравлического материала достаточно щелочная.

Не смотря на то что, схватывание гипса может быть описано простой химической реакцией (1), гидратация системы на основе гипса с латентными гидравлическими и пуццолановыми компонентами очень сложны, потому что создаются сложные системы.$CaO – SiO_2 – Al_2O_3 – CaSO_4 – H_2O$.

$CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O + 1{,}5H_2O \rightarrow CaSO_4\ 2H_2O$ (1).

Основными продуктами, возникающими в результате реакций гидратации, являются гидратированные силикаты (C-S-H), гидратированные алюминаты (C-A-H), эттрингит ($3CaO \cdot Al_2O_3\ 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) и гипс ($CaSO\ 4 \cdot 2H_2O$) [7]. Наличие эттрингита было обнаружено в системе несколькими авторами [8-10]. Некоторые продукты гидратации были найдены также авторами в вяжущем, состоящем из обожженного гипса, гидратированной извести и гранулированного доменного шлака (рис. 1).

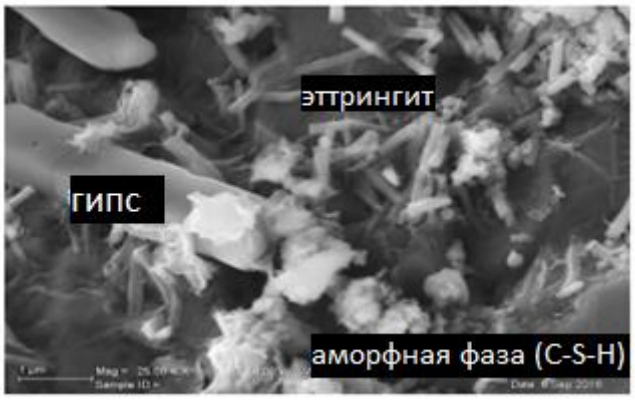


Рис. 1. Микроструктура ГЦПВ состоящего из гипса, гашеной извести и гранулированного доменного шлака

Существование эттрингита было доказано также методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) состава обожженного гипса - гидратной извести - доменного шлака в возрасте 7 дней. При температуре около 120°C, виден пик, который отнесен к разложению эттрингита.

Иногда возникают опасения по поводу изменений объема, связанных с замедленным образованием эттрингита и о последующей потере механических свойств.

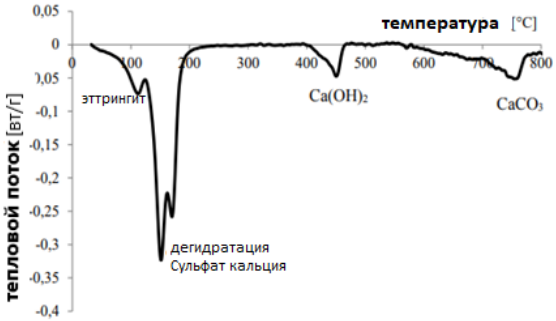


Рис 2. Кривая ДСК ГЦПВ, состоящая из обожженного гипса, гидратированной извести и доменного гранулированного шлака.

Взаимодействие ГЦПВ с водой сопровождается непрерывным уменьшением абсолютного объема системы «вяжущее-вода» и увеличением твердой фазы за счет новообразований. Этому способствует увеличение химически связанной воды и уменьшение плотности (удельной массы) затвердевшего вяжущего. Одновременно увеличивается степень гидратации вяжущего [11].

Martínez-Ramírez S, Fernández-Carrasco L [12], обнаружили, что системы из алюмината кальция и сульфоалюмината кальция с добавлением гипса, показывают нестабильное расширение из-за образования эттрингита, когда гипс добавлен выше заданного порога. Также Bizzozero J, Gosselin C, Scrivener K [13], сообщают об увеличении объема в двойном связующем, образованным сульфоалюминатом кальция и сульфатом кальция (как дигидрат, так и ангидрит), когда количество сульфата кальция превышает 50%. В материалах без цемента объемное расширение наблюдалось реже. Кажется, что в этих материалах образование эттрингита происходит в основном в пористых системах, из за то что гипс содержит большие поры, чем цемент. Чистый гипс имеет унимодальную пористую систему с диаметрами пор в интервале 0,1-1 мкм, в то время как поры в цементных материалах обычно меньше (менее 0,1 мкм). Объемное расширение наблюдалось также Хунгом и Линем [14] в материале, составленном из фосфогипса, сталелитейного шлака, молотого гранулированного шлака и известняка. В этом случае несостоятельность относилась к сталелитейному шлаку сверх дозировки.

Пуццолановые материалы используются в цементных материалах в качестве частичной замены цемента в основном из экологических и экономических причин. Поэтому оценка этих материалов основана главным образом на подтверждении того, что добавление гидравлического вяжущего или пуццолана не приводит к значительному снижению свойства (в основном механических). Использование пуццолановых материалов в гипсе преследует другую цель - главным образом улучшить их поведение во влажной среде. Другой проблемой гипса иногда является низкая прочность, которая может быть улучшена с помощью пуццолана и латентных гидравлических материалов [15]. На рис 3 показано, что прочность на сжатии ГЦПВ состоящего из гипса, гашеной извести (без метакаолина), хранящегося в воде снизилась, а прочность на сжатие состава с метакаолином увеличилось на 11% после 180 дней в воде (рис. 5).

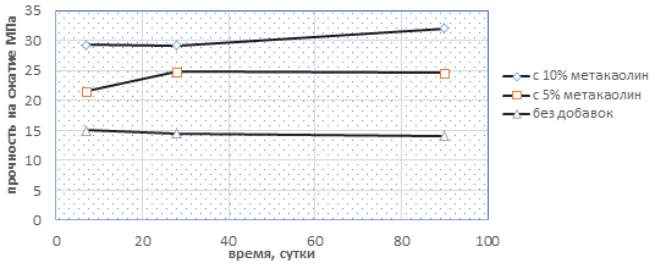


Рис. 3 прочность на сжатие ГЦПВ с сразными количествами метакаолинами

Выводы

За счет использования композиционных материалов на основе гипса с гидравлическими и пуццолановыми материалами, могут быть решены основные

проблемы гипсовых вяжущих, которые заключаются в низкой водостойкости и потере прочности во влажной среде. Эти материалы не теряют механических свойств во влажной среде, а наоборот, повышают. В некоторых композициях сообщалось об объемной нестабильности, вызванной образованием эттрингита, но в меньшей степени, чем в вяжущих на основе цемента, и этого можно избежать с помощью правильной дозировкой компонентов вяжущего. Присутствие некоторых глинистых минералов может также вызвать изменение объема. Композиционные материалы на основе гипса могут быть использованы для изготовления водостойких гипсокартонных плит, самовыравнивающихся полов, несущих блоков для наружных стен, огнезащитных конструкций и аналогичных изделий.

***

1. Пуценко К.Н. Перспективы развития и применения сухих строительных смесей на основе гипса / К.Н. Пуценко, В.Б. Балабанов // Вестник иркутского государственного технического университета. — 2015. — №7 (102). — С. 148-154.
2. Çolak A 2001 Cement and Concrete Research 31 pp 1539-1547.
3. Li J, Li G, Yu Y 2007 Materials Letters 61 pp 872-876.
4. Бурьянов А.Ф. Эффективные гипсовые материалы для устройства межкомнатных перегородок / А.Ф.Бурьянов // Строительные материалы. —2008. — № 8. — С. 30.
5. Чумадова Л.И.1, Гуреев К.Н., Азнабаев А.А., Султеев Т.М., Давыдов О.И. Оптимизация состава смеси на основе гцпв при производстве интерьерны отделочных материалов. Современное строительство и архитектура -2017 - № 2 (06). – С. 12.
6. Fraire-Luna P, Escalante-Garcia J, Gorokhovsky A 2006 Cement and Concrete Research 36 pp1048-1055.
7. Marinkovic S, Kostic-Pulek A 2007 Journal of Physics and Chemistry of Solids 68 pp 1121-1125.
8. Fraire-Luna P, Escalante-Garcia J, Gorokhovsky A 2006 Cement and Concrete Research 36 pp 1048-1055
9. Sadique M, Al Nageim H, Atherton W, Seton L, Dempster N 2012 Construction and Building Materials 35 pp 846-855
10. Sadique M, Al Nageim H, Atherton W, Seton L, Dempster N 2012 Construction and Building Materials 35 pp 846-855
11. Зимакова Г.А., Каспер Е.А., Бочкарева О.С. Гипсовые вяжущие, материалы и изделия на их основе. Учебно-методическое пособие для самостоятельных и лабораторных работ 2014-С 21
12. Martínez-Ramírez S, Fernández-Carrasco L 2012 Construction and Building Materials 27 pp 313-318.
13. Bizzozero J, Gosselin C, Scrivener K 2014 Cement and Concrete Research 56 pp 190-202.
14. Ioannou S, Reig L, Paine K, Quillin K 2014 Cement and Concrete Research 56 pp 75-83.
15. Huang Y, Lin Z 2010 Construction and Building Materials 24 pp 1296-1301

Калашник Н.А.

3D Моделирование насыпной грунтовой плотины водохранилища муниципального и горнопромышленного значения

Горный институт КНЦ РАН
(Россия, Апатиты)

doi: 10.18411/lj-05-2019-31
idsp: ljournal-05-2019-31

Аннотация

Выполнено 3D компьютерное моделирование насыпной грунтовой плотины водохранилища Селиакка-Ярви, являющегося основным и важным источником производственного водоснабжения г. Заполярный и промышленных объектов АО «Кольская ГМК». Построение 3D модели и ее исследование выполнены на основе данных натурных инженерно-геологических, гидрологических и геодезических измерений и визуальных обследований плотины. По результатам исследований определены значения и размеры зон смещений грунтов плотины и подстилающего геологического основания, а также выявлены тенденции их изменения в плане и по глубине. Рассчитаны значения коэффициента устойчивости (безопасности) плотины, на основании чего сделан вывод о ее устойчивом состоянии для рассматриваемых условий.

Ключевые слова: водохранилище, плотина, моделирование, смещения грунтов, устойчивость.

Abstract

3D computer modeling of a bulk soil dam of the reservoir Seliakka-Yarvi which is the main and important source of production water supply of city Zapoljarnui and industrial facilities of JSC “Koliskaja GMK” is executed. Creation of a 3D model and its research are executed on the basis of these natural engineering-geological, hydrological and geodetic measurements and visual inspections of a dam. By results of researches values and the sizes of zones of shifts of soil of a dam and the spreading geological basis are defined and also trends of their change in the plan and on depth are revealed. Values of coefficient of stability (safety) of a dam are calculated on the basis of what the conclusion is drawn on its steady state for the considered conditions.

Keywords: reservoir, dam, modeling, movements of soil, stability.

Необходимость и актуальность данного исследования определяются тем, что водохранилище Селиакка-Ярви является основным и важным источником муниципального и горнопромышленного водоснабжения. Забор водных ресурсов из водохранилища осуществляется для технических нужд и нужд горячего водоснабжения г. Заполярный, а также для расположенных здесь промышленных объектов АО «Кольская ГМК» [1].

Водохранилище Селиакка-Ярви сформировано в пределах расширения реки Селиакка-Ярви (Быстрая) в ее среднем течении. Сооруженная насыпная грунтовая плотина перегораживает суженную часть долины, сложенную перемежающимися аллювиальными и водно-ледниковыми образованиями. Кристаллические породы геологического основания интенсивно трещиноваты, на отдельных участках раздроблены.

Плотина водохранилища Селиакка-Ярви характеризуется следующими основными параметрами: высота плотины - 18,0 м; длина плотины по гребню - 510,0 м; ширина плотины по гребню - 20,0-50,0 м; ширина плотины по подошве - 120,0 м; отметка гребня - 201,2 м. Водохранилище имеет полный объем 3,2 млн. $м^3$, площадь зеркала - около 0,6 $км^2$; при этом отметка нормального подпорного уровня на верхнем бьефе плотины составляет 198,4 м.

Гребень плотины, отсыпанный песчано-глыбовым материалом, представляет собой уплощенную волнистую поверхность с небольшим (0,5-0,7 м) перепадом высот (рис.1). Водоприемная часть (верхний бьеф) плотины представляет собой склон под углом около 45^o, сложенный крупноглыбовым и валунным материалом местных пород. Упорная часть (нижний бьеф) плотины представляет собой склон под углом от 55^o до 75^o, сверху отсыпанный крупноглыбовым и валунным материалом практически до нижнего бьефа плотины. Вдоль бьефа, в песчано-гравийных отложениях, прослеживается небольшое понижение, к которому приурочены несколько водотоков и водоемов, сформировавшихся вследствие инфильтрационного просачивания воды водохранилища через тело плотины.

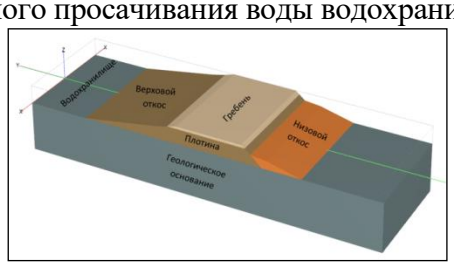


Рисунок 1 –Схема компьютерной 3D модели «водохранилище-плотина-геологическое основание»

Целью данной работы являлась оценка устойчивости насыпной грунтовой плотины озера водохранилище озера Селиакка-Ярви на основе компьютерного 3D моделирования условий ее работы. Для достижения поставленной цели была построена 3D модель системы «водохранилище-плотина-геологическое основание» и выполнено компьютерное исследование ее фильтрационно-деформационного состояния. По результатам 3D компьютерного моделирования определены расчетные значения смещений грунтов плотины и геологического основания, и выполнена оценка устойчивости плотины в целом.

Для выполнения исследований была построена 3D модель системы «водохранилище-плотина-геологическое основание». Вначале была создана геометрически подобная схема, с выделением основных слоев грунтов в геологическом основании и в теле плотины, для которых, на основании данных натурных инженерно-геологических условий, были заданы соответствующие параметры физико-механических свойств [2,3].

Затем, для проведения расчетов, геометрическая модель была разбита на отдельные элементы. Основными элементами в трехмерной сетке конечных элементов являются десятиузловые элементы-тетраэдры. Автором сетка конечных элементов была построена в автоматическом режиме с использованием опции *Element distribution* как *very fain* (очень мелкая), которая включала: конечных элементов – 48082; узлов – 70653. При этом средний размер элемента был подобен 5,318 м; максимальный размер элемента в основании - 14,66 м; минимальный размер элемента в теле плотины - 0,286 м, что свидетельствует о достаточной детализации исследований.

Далее задавался уровень воды в водохранилище на отметке +198,4 м (отметка нормального подпорного уровня), и строилась, по гидрогеологическим данным, депрессионная поверхность в теле плотины.

На основе созданной 3D модели «водохранилище-плотина-геологическое основание» были выполнены многовариантные параметрические расчеты, по результатам которых были построены цветные картины (палитры) смещений грунтов плотины и геологического основания. На рис.2 приведена объемная палитра общих (полных) расчетных смещений грунтов для рассматриваемых исходных условий, с указанием геометрических размеров зон одинаковых значений смещений вкрест (поперек) плотины.

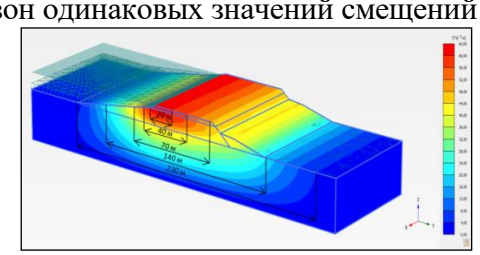


Рисунок 2 – Объемная палитра общих (полных) расчетных смещений грунтов плотины и геологического основания

Зависимости изменения значений смещений грунтов плотины и геологического основания с глубиной приведены на рис.3.

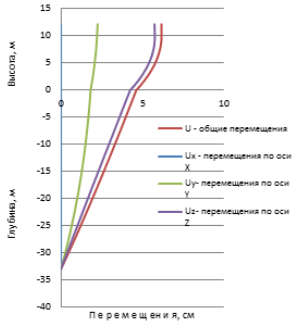


Рисунок 3 – Зависимости изменения значений смещений грунтов плотины и геологического основания с глубиной

Анализ рисунков 2 и 3 показывает, что максимальные смещения (до 6,5 см) локализуются на сопряжении гребня плотины и верхнего бьефа. Размеры этой зоны могут достигать до 20 м в плане и до 5-6 м по глубине. Следует заметить, что грунты плотины в целом подвержены относительным смещениям 5-6 см практически на всю ее высоту (10-12 м). В целом, смещениям подвержены не только грунты плотины, но и геологического основания: горизонтальный размер зоны смещений достигает 230 м, а вертикальный – 30-33 м (что более чем в 2 раза превышает высоту непосредственно плотины). Но значения этих смещений не велики и не превышают 4 см непосредственно под плотиной, практически с линейным затуханием до глубины 30-33 м.

По результатам компьютерного моделирования и выполненных многовариантных параметрических расчетов была выполнена оценка устойчивости (безопасности), базирующаяся на отношении полученных значений сдвиговой прочности к минимальной сдвиговой прочности, необходимой для равновесия [2,4,5,6]. Было определено, что для рассматриваемых условий работы системы «водохранилище-плотина-геологическое основание», при отметке гребня плотины +201 м и при уровне воды в водохранилище +198,4 м, устойчивость плотины обеспечивается для всех рассмотренных вариантов со значениями коэффициента устойчивости (безопасности) *Кбез,* большими нормативного коэффициента $Кбез_н$ (согласно нормативным требованиям [7] $Кбез_н$ должен быть не мене 1.5).

Выполненные расчётные исследования устойчивости плотины комплекса гидротехнических сооружений водохранилища оз. Селиакка-Ярви при отметке гребня плотины +201 м и уровне воды в озере +198,4 м, показали, что смещения грунтов верхней части плотины не превышают 6 см, с геометрическим затуханием в подстилающем геологическом основании на глубине 30-33 м. По результатам компьютерного моделирования и выполненных многовариантных параметрических расчетов было установлено, что устойчивость плотины обеспечивается для всех рассмотренных вариантов.

***

1. Научно-технический прогресс на горнорудных предприятиях Заполярья / Мельников Н.Н., Усачев П.А., Демидов Ю.В. и др. – Л.: Наука, 1988. 239 с
2. Калашник Н.А. Компьютерное моделирование механической прочности и противофильтрационной функциональности ограждающей дамбы хвостохранилища // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. Днепропетровск, 2016. - № 3. - С. 304-308.
3. Калашник А.И., Калашник Н.А. Исследования ограждающего насыпного гидротехнического сооружения как прототипа дамбы хвостохранилища горно-обогатительного предприятия // Вестник КНЦ. 2013. № 1. С. 27-30.
4. Данилкин А.А., Калашник А.И., Запорожец Д.В., Максимов Д.А. Мониторинг состояния ограждающей дамбы в зоне отработки техногенного месторождения Ковдорского ГОКа // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 7. С. 344-351.
5. Калашник А.И., Калашник Н.А., Смирнова О.В. Компьютерное 3D моделирование фильтрационно-деформационного состояния ограждающей дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. Спецвыпуск 23. С. 292-298.
6. Калашник А.И., Запорожец Д.В., Калашник Н.А. Идентификация фильтрационно-деформационных процессов в теле ограждающей дамбы хвостохранилища // Вестник КНЦ. 2013. № 2. С. 13.
7. СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Утв. Минрегион России 29.12.2011. Ввод в действие 01.01.2013.

Кожеватова Е.А., Щелкунова А.Ю.

Строительные 3D-принтеры

Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина (Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-05-2019-32
idsp: ljournal-05-2019-32

Научный руководитель: Ермолаева В.В.

Аннотация

Данная статься рассматривает использование и перспективу использования строительных 3D-принтеров, а также показывает возможность применения 3D-принтера в космосе.

Ключевые слова: 3D-принтеры, 3D-печать, строительство

Abstract
This article discusses the use and the prospect of using construction 3D printers, and also shows the possibility of using a 3D printer in space.
Keywords: 3D printers, 3D printing, building, constructing

История развития 3D-печати.

Впервые 3D-печать была предложена Чаком Холлом, именно он получил патент на изобретение в 1986 году «Аппарат для стереолитографии». Спустя несколько лет изобретатель Скотт Крамп запатентовал технологию «Устройство и способ создания трехмерных объектов». Принцип работы данного изобретения применяется во всех бытовых 3D-принтерах.

В настоящее время сформировалась устойчивая классификация 3D-печати, которая включает в себя использование различных видов материалов и методов печати. Главной идеей, объединяющей способы производства трехмерных изделий, является технология создания твердого объекта по слоям. Наиболее применяемая является технология «Моделирование методом послойного наплавления» (Fused deposition modeling (FDM)), это обусловлено простотой эксплуатации оборудования и распространённостью используемого материала - ударопрочная техническая термопластическая смола (АБС-пластик).

До 2008 года основным материалом для печати являлся АБС-пластик, компания Objet Geometries Ltd была первопроходцем в применении различных групп материалов для 3D-печати. Сегодня рынок материалов для 3д печати очень широк и насчитывает более 100 наименований, одни из самых интересных в применении материалов являются медицинские биоматериалы, строительные материалы (бетоны) и материалы имитирующие свойства керамики.

Развитие 3D-печати в России

Российского рынка 3D-печати как такого нет. Но с каждым годом 3D-печать набирает популярность среди россиян. В октябре 2015 на выставке «Станкостроение» (Крокус-Экспо) были представлены разработки и промышленные образцы строительных 3D-принтеров российских учёных. Менее чем через два года, в феврале 2017 года, в подмосковном Ступино был создан дом, полностью напечатанный на 3D-принтере. Он был возведен целиком, без каких-либо деталей, прямо на строительной площадке. И довольно быстро строительные технологии с использованием 3D-печати достигли других регионов. В 2016 году отечественная производственная компания ЗАО «СПЕЦАВИА» открыла производство собственных строительных 3D-принтеров, способных печатать бетоном формы размером до 110 кубических метров.

Российские инженеры из Ярославля создали отечественную серию строительных принтеров. Они печатают различные элементы для домов, беседок и всевозможные ландшафтные постройки. Также из напечатанных блоков можно построить небольшой пруд, детские площадки или бассейн. Использованием каолиновые смеси в строительном принтере можно создавать печи, камины, мангалы и другие огнеупорные изделия. Согласно веб-сайту производителя, отсутствие нормативно-законодательной базы и множество технических сложностей по-прежнему препятствует массовому использованию 3D-принтеров для строительства зданий. Но уже сейчас можно с уверенностью сказать, что использование такого оборудования в ряде случаев оправдано, рентабельно и интересно.

3D-печать и космос.

Один из первых, кто начал разрабатывать идею 3D-печати домов и строительных конструкций, был профессор университета Южной Калифорнии Берок Хошневис. Ему принадлежит авторство технологии контурного строительства домов. Но идея 3D-печати построек с помощью роботов-манипуляторов зародилась еще в 1995 году у группы специалистов NASA. Как им казалось, эти роботы были способны подготовить участки для переселения и проживания людей и остальных обитателей Земли на других планетах.

С развитием технологий ученые и специалисты все больше и больше продвигаются в этой области и доказывают неоценимую помощь роботов в освоении космоса. Так что 3D-печать в строительстве ожидает далекое и весьма перспективное будущее.

На сегодняшний день, NASA совместно с армией США и компанией Caterpillar работают над технологией быстрого возведения конструкций из подготовленной смеси и подручных материалов для создания казарм, баррикад, мостов, заградительных препятствий и барьеров. А совместная группа ученых из NASA и Университета Вашингтона исследует возможность 3D-печати лунной пылью. По их мнению, с помощью этой технологии астронавты в процессе колонизации спутника Земли смогут создавать как отдельные детали, так и жилые модули космической станции.

В ОАЭ создается проект под названием Mars Science City. В рамках этой программы строится тренировочная колония для космонавтов с приближенными к Марсу условиями, где с помощью 3D принтера будут возведены стены хозяйственных построек.

3D-печать в строительстве.

Одной из передовых фирм, строящих по технологиям 3D-печати, является китайская компания WinSun. Её значительными сооружениями являются: пятиэтажный дом в Сучжоу (Китай), особняк в Сучжоу (Китай) и вилла в Сучжоу (Китай). Каждое сооружение имеет свои особенности. Например, возведение виллы заняло три дня, из которых только один день ушел на печать деталей. Участвовали в постройке здания всего трое рабочих. Устройство заправлялось смесью цемента и строительных отходов с добавлением специального отвердителя. А для того чтобы построить особняк использовался принтер гигантских размеров: высота – 6 метров; ширина – 10; длина 40 метров. Сама площадь здания насчитывает 1100 квадратных метров. Пятиэтажный дом является самым высоким зданием, напечатанным на 3D-печати. В процессе строительства были распечатаны отдельные цельные блоки дома, которые собрали на месте, укрепили арматурой и дополнили изоляционными материалами.

Dubai Future Foundation является первым в мире напечатанным офисным зданием. Сейчас там находится штаб-квартира Dubai Future Foundation. Строительство здания заняло 17 дней, еще 2 дня ушло на внутреннее оформление офиса. В возведении сооружения участвовало всего 19 человек: один следил за 3D-принтером, остальные собирали дом из напечатанных элементов и проводили коммуникации.

Компания Apis Corp напечатала жилой дом площадью 38 квадратных метров за 24 часа. Стоимость строительных работ получилась около десяти тысяч долларов.

Особняк, способный выдержать землетрясение силой восемь баллов по шкале Рихтера и площадью 400 квадратных метров, был напечатан за 45 дней организацией HuaShang Tengda. На производство несущих конструкций было затрачено 20 тонн бетона С30, из которого сделали несъемную опалубку толщиной 250 мм.

Примером использования биопластика в качестве материала для печатания является проект под названием «Urban Cabin». Это оригинальные зоны отдыха для обустройства общественного пространства в Голландии.

Заключение.

3D печать набирает всё большую популярность. Она способна помочь в решении различных проблем. У данной технологии множество преимуществ: строительство сооружений занимает намного меньше времени, так же сам процесс стройки не зависит от человека, что дает возможность строительства объектов в космосе и труднодоступных зонах нашей планеты. Единственным более или менее значимым минусом такого вида строительства является стоимость самой установки. Но мир не стоит на месте, и с развитием наших технологий это минус исчезнет.

***

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/3D
2. http://tehnoomsk.ru/
3. https://top3dshop.ru/blog/3d-printing-houses-in-russia
4. http://vseon.com/analitika/texnologii/dom-kotoryj-napechatal-3d-printer
5. Лохмутов Н. Д., Куличков Д. В., Ермолаева В. В. Перспектива развития 3D-печати в строительстве // Молодой ученый. — 2018. — №23. — С. 177-179. — URL https://moluch.ru/archive/209/51318/
6. А.К. Демиденко, А.В. Кулибаба, М.Ф. Иванов Перспективы применения 3D-печати в строительном комплексе Российской Федерации //Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 12 (63). 2017. 71-96

Кутенин В.С., Кусайкин Д.В.

Исследование перекрестных помех в многосердцевинных волокнах с двухслойной оболочкой

Уральский технический институт связи и информатики (филиал)
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/lj-05-2019-33
idsp: ljournal-05-2019-33

Аннотация

Статья посвящена исследованию пространственного мультиплексирования в многосердцевинных волокнах с областью с пониженным показателем преломления вокруг сердцевины. В статье рассмотрен пример физически произведенного образца оптического волокна с шестью ядрами с область пониженного показателя преломления по периметру сердцевины. Произведено моделирование перекрестных помех в многосердцевинном волокне с областью с уменьшенным показателем преломления.

Ключевые слова: многосердцевинные волокна, пространственное мультиплексирование,

Abstract

The article is devoted to the study of spatial multiplexing in multi-core fibers with a region with a low refractive index around the core. The article describes an example of a physically produced sample of an optical fiber with six cores with a region of low refractive index along the core perimeter. The modeling of crosstalk in a multi-core fiber with a region with a reduced refractive index was made.

Keywords: multi-core fibers, spatial multiplexing

С каждым годом количество пользователей сети интернет возрастает в геометрической прогрессии, что сказывается на объеме передаваемой информации в транспортных оптических сетях связи. При построении линейного тренда, приведенного ниже, можно сделать вывод, что емкости оптических сетей повышаются каждые четыре года приблизительно в десять раз. Очевидно, необходимо каждому абоненту предоставить требуемую пропускную способность сети для комфортного пользования услугами, предоставляемыми через сеть интернет, но при этом не строить дополнительных линий для передачи информации.

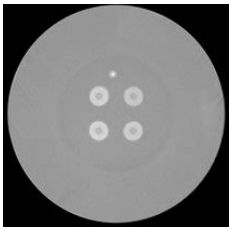
Темпы роста общей пропускной способности волоконно-оптических сетей

Одним из решений данной проблемы является усовершенствование структуры оптического волокна – увеличения количества сердцевин в одном волокне, что несомненно позволит увеличить объем передаваемой информации посредством применения пространственного мультиплексирования (Space Division Multiplexing, SDM).

В данной области еще с конца двадцатого века ведется множество исследований и проводился ряд экспериментов, в том числе крупными производителями телекоммуникационного оборудования и международными институтами.

Компания Sumitomo Electric разработала четырехсердцевинное оптическое волокно с уменьшенным значением показателя преломления оболочки по периметру сердцевины. Оптическое волокно содержит четыре сердцевины и маркируется компанией как coupled-core MCF или CC-MCF. Внешний диаметр волокна 125 мкм обеспечивает совместимость с существующим оборудованием по производству кабелей.

По заявлению компании данное волокно предназначается для систем передачи данных на сверхдальние расстояния.



Торец CC-MCF волокна с четырьмя сердцевинами

В данных волокнах, обеспечивающих пространственное мультиплексирование каналов, конструкторам удалось достичь рекордных значений коэффициента затухания и значений пространственной межмодовой дисперсии.

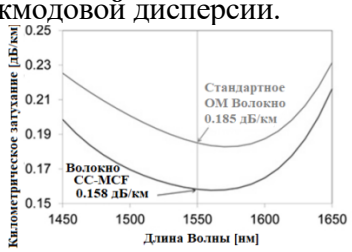
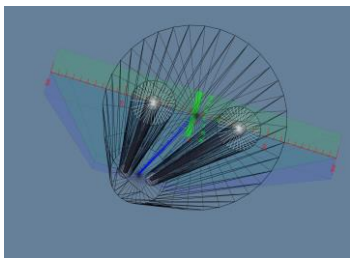


График зависимости километрического затухания от длины волны.

Промоделировав перекрестные помехи при различных значениях расстояния между сердцевинами в интервале 10–95 мкм в двухсердцевинном оптическом волокне с областью уменьшеного показателя преломления по периметру сердцевины были получены результаты, представленные ниже.



3D модель двухсердцевиного оптического волокна

Такое волокно состоит из двух сердцевин, оболочек с пониженным показателем преломление и стандартной оболочки. В данном случае фтором легируется только внутренняя оболочка.

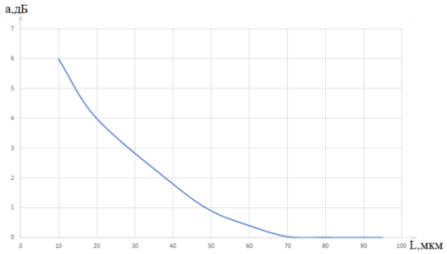
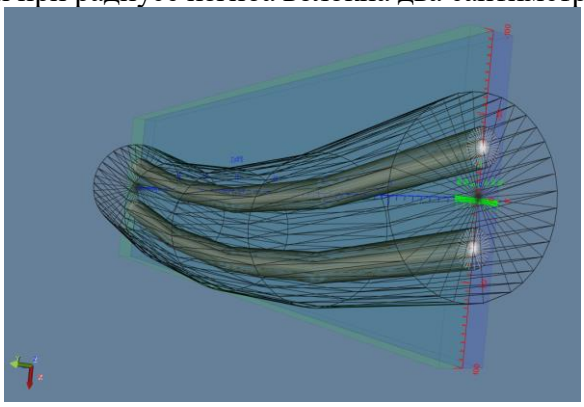
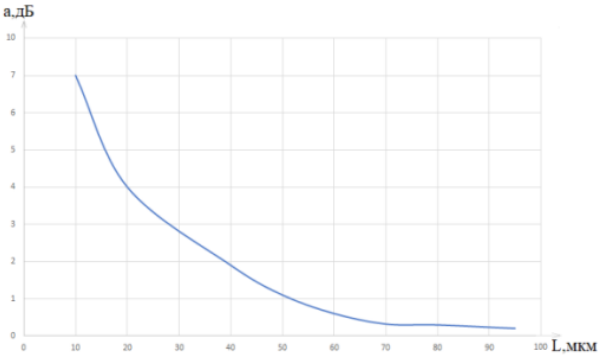


График зависимости ослабления сигнала от расстояния между сердцевинами в волокне с двухслойной оболочкой

Рассмотрим перекрестные помехи в многосердцевинном оптическом волокне с двухслойной оболочкой при радиусе изгиба волокна два сантиметра.



Модель многосердцевинного оптического волокна с двухслойной оболочкой при различных радиусах изгиба



Пе0рекрестные помехи на дальнем конце при радиусе изгиба 2 см. многосердцевинного ОВ с двухслойной оболочкой

Из полученных результатов видно, что многосердцевинное оптическое волокно с уменьшенным показателем преломления по периметру сердцевины имеет допустимые значения перекрестных помех при расстоянии между сердцевинами волокна более 70 мкм. При изгибе волокна перекрестные помехи возрастают до 0.3 дБ что находится в допустимых приделах для успешной передачи информации на длинные дистанции. В дальнейшем планируется работа по моделированию волокон с большим количеством сердцевин а так же исследования зависимости перекрестных помех от изменения профиля показателя преломления области по периметру сердцевин.

***

1. Волокна будущих петабитных сетей [Электрон. ресурс] – Режим доступа: https://nag.ru/articles/article/100004/volokna-buduschih-petabitnyih-setey.html.
2. Roland Ryf, Sebastian Randel, Alan H. Gnauck, Cristian Bolle, Alberto Sierra, Sami Mumtaz, Mina Esmaeelpour, Ellsworth C. Burrows, René - Jean Essiambre, Peter J. Winzer, David W. Peckham, Alan H. McCurdy, and Robert Lingle3. J. Sakaguchi et al. Mode – Division Multiplexing Over 96 km of Few - Mode Fiber Using Coherent 6×6 MIMO Processing.// J. Lightwave Technology –2012, 30, 658.
3. Takenaga K. et al. A large effective area multicore fibrewith an optimized cladding thickness. – ECOC2011, 2011, No.1.LeCervin.2.
4. Sasaki Y. et al. Large-Effective-Area Uncoupled 10-Core Fiberwith Two-Pitch Layout. – OFC/NFOEC 2012, OM2D.4.
5. Takara H. et al. 1.01-Pb/s(12 SDM/222 WDM/456 Gb/s)Crosstalk-managed Transmission with 91.4- b/s/Hz AggregateSpectral Efficiency. – ECOC2012, 2012, Th3.C.1.
6. Saitoh K. et al. Full-vectorial imaginary-distance beam propagationmethod based on a finite element scheme: applicationto photonics crystal fibers. – IEEE J. Quantum Electron, 2002, vol.38, No.7, p.927–933.

Кыдыралиев Т.А., Алдашева Н.Т., Чилдебаев Б.С.

Исследование механической прочности металлотермических брикетов подушкообразной формы

Ошский Технологический университет
(Кыргызская Республика, Ош)

doi: 10.18411/lj-05-2019-34
idsp: ljournal-05-2019-34

Аннотация

В статье исследована механическая прочность брикета сделанного из композитного металлотермического вещества, полученного на основе отечественных минеральных сырьевых ресурсов. Для получения брикета были использованы порошкообразная смесь боксита, нитрата аммония и перманганата калия в соотношениях 1,5:1:3,5. Раствор приготовили с водой. Для брикетирования, полученный раствор помешали в металлические формы - подушки. Полученный брикет сушили в естественных условиях. Для испытания прочности брикета использовали механический способ проверки на прочность - сбрасывание. Для эксперимента предварительно взвешивали 4,0 кг целых брикетов, загружали в специальный ящик с открывающимся дном и подвешивали его над металлической плитой на высоте 1,5 м.

Брикеты сбрасывали несколько раз на металлическую плиту. Прочность брикета в %, определяли по разности массы надрешетного продукта с размером частиц 25мм и более (после испытания 3,98 кг) и начальной массой брикетов, подвергнутых испытанию сбрасыванием (3,99 кг).

Ключевые слова: прочность, масса, брикет, взвешивание, куски, сбрасывание, высота, частица, испытание, композит, раствор, продукт, ящик.

Abstract

The article examines the mechanical strength of a briquette made from a composite metal-thermal substance, obtained on the basis of domestic mineral raw materials. To obtain a briquette, a powder mixture of bauxite, ammonium nitrate and potassium permanganate was used in ratios of 1,5: 1: 3,5. The solution was prepared with water.

For briquetting, the resulting solution was stirred into metal molds - pillows. The resulting briquette was dried in natural conditions. To test the strength of the briquette used mechanical method for testing the strength - dropping. For the experiment, weighed 4,0 kg of whole briquettes, loaded them into a special box with an opening bottom and hung it above a metal plate at a height of 1,5 m.

Briquettes dropped several times on a metal plate. The strength of the briquette in% was determined by the difference in mass of the oversize product with a particle size of 25 mm or more (after testing 3,98 kg) and the initial mass of briquettes subjected to dropping test (3,99 kg).

Keywords: strength, weight, briquette, weighing, pieces, dropping, height, particle, test, composite, solution, product, box.

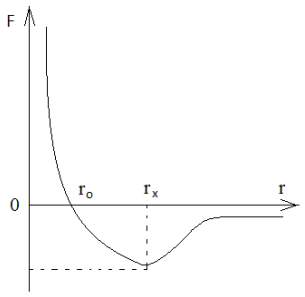
Введение

Исходным требованием к брикетированному материалу является заданный уровень механической прочности.

Прочность твердых тел – это способность твердых тел сопротивляться разрушению (разделению на части), а также необратимому изменению формы (деформации) под действием внешних нагрузок. В зависимости от материала, в виде напряженного состояния (растяжения, сжатия, изгиба и др.) и условий эксплуатации (температуры, времени действия нагрузки и др.) в технике принято разложение меры прочности твердого тела на предел текучести, временное сопротивление, предел усталости и др. Разрушение твердого тела сложный процесс зависящий от многих факторов, поэтому величины определяющие прочность твердого тела являются условными [1].

Физическая природа прочности твердого тела обусловлена в конечном счете силами взаимодействия между атомами или ионами, составляющими тело. Например,

сила взаимодействия двух соседних атомов зависит лишь от расстояния между ними (рис.1).



При равновесном расстоянии r_0=0,1нм ($1A^0$) сила равна нулю. При меньших расстояниях, сила положительна и атомы отталкиваются, при больших - притягиваются. На критических расстояниях - r_k , силы притяжения в обеих величинах максимальны и равны $F_т$.

Например, если при расстяжении цилиндрического стержня с поперечным сечением - S_0 , действующая сила P, направленная в доль его оси, такая, что проходящеяся на данную пару атомов внешняя сила превосходит максимальную силу притяжения $F_т$, что атомы бесприпятственно удаляются друг от друга. Однако, чтобы тело разрушилось вдоль некоторой поверхности, необходимо чтобы все пары атомов, расположенные по обе стороны от рассматриваемой поверхности, испытывали действие силы $F_т$, называемой теоретической прочностью на разрыв $S_т$ ($S_т$ = 0,1E где E модул Юнга.) Однако на практике наблюдается разрушение при нагрузке P*, которому соответствует напряжение S=P*/S в 100 ÷1000 раз меньше $S_т$.

Расхождение теоретической прочности твердого тела от действительной прочности объясняется неоднородностью структуры тела (на границе зерен в поликристаллическом материале, посторонними включениями и др.) из-за которых нагрузка P распределяется неравномерно по сечению тела [2].

Механическая прочность является для брикетов определяющим показателем. Снижение механической прочности вызывает потери брикетной продукции при хранении и транспортировке, а также засоренность мелкими фракциями. Это ухудшает товарный вид продукции и затрудняет ее использование в качестве топлива из-за просыпей через колосниковую решетку в топке.

Износ механически непрочных брикетов при транспортировке на дальние расстояния из-за трения поверхности многих брикетов друг о друга, при засыпке, вибрациях на дороге является существенным недостатком.

Брикеты удобны при транспортировке и хранении, так как не пылят и не слеживаются, при сгорании бездымны, не содержат в большом количестве балластных примесей.

Такие брикеты можно использовать на предприятиях металлургической, химической и топливной промышленности.

Прочность - это возможность материала не разрушатся и не деформироваться при взаимодействие нагрузок извне. Низкая влажность и высокая прочность залог успеха брикетов [3].

Другие достоинства композиционного брикета.

1. Небольшие габаритные размеры.
2. Удобность транспортировки.
3. Равномерное и продолжительное горение.

Экспериментальная часть.

Для эксперимента предварительно взвешивали не менее 4,0 кг целых брикетов. Загружали в ящик с открывающимся дном и подвешивали его над металлической плитой на высоте 1,5 м.

Открыв запирающие створки дна приспособления, сбрасывали брикеты на плиту.

Собрав все брикеты с плиты, в том числе и отдельные их куски, попавшие за борт плиты, снова загружали в ящик и повторяли сбрасывание. Этот процесс повторяли четыре раза. После четвертого раза сбрасывания, испытываемые куски брикетов собирали и

подвергали просеву через сито вручную до прекращения появления просеиваемого подрешетного продукта. Оставщиеся на сите брикеты собирали в ящик и взвешивали.

Обработка результатов

Механическая прочность брикетов после испытания ($П_м$) вычисляют по формуле

$$П_м = \frac{m}{M}\ 100$$

где, m- масса надрешетного продукта после испытания, с размерами частиц 25мм и более, кг.

M – исходная масса брикетов, подвергнутых испытанию сбрасыванием, кг.

Результаты расчетов испытаний:

1) m – масса надрешетного продукта после испытания составила, 3,98кг.
2) M – начальная масса брикетов, подвергнутых испытанию сбрасыванием, 3,99кг.

$$П_м = \frac{3{,}98}{3{,}99}\ 100 = 100\%$$

Выводы

1.Механическая прочность брикетов при испытании сбрасыванием составляет 100%.

2. Композиционный брикет имеет прочность.

Другие премушества брикета:

- небольшие габаритные размеры;
- удобность транспортировки;
- равномерное и продолжительное горение.

***

1. Гуль В.Е. Структура и прочность полимеров. 3 изд., М., 1978-308с.
2. Регель В.Р., Слуцер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.; 1974.
3. Рахматулин Х. В., Демянов Ю.А., Звягин А.В., Шемякин. Е. И. / Прочность и разрушение при коротко временных нагрузках. Учебное пособие, изд. “Логос” 2008-286с.
4. ГОСТ 21289-75 Брикеты угольные. Методы определения механической прочности
5. ГОСТ 21291-75 Брикеты угольные. Метод определения толщины поясной кромки

Ле Ч.А., Литвинов Ю.В., Бушуев А.Б.

Алгоритм управления парой квадрокоптеров

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-05-2019-35
idsp: ljournal-05-2019-35

Аннотация

В статье рассматривается задача управления парой квадрокоптеров при проведении поисково-спасательных операций. Предложены методы идентификаций объекта поиска по видеоизображению и способы обмена информацией между квадрокоптером и компьютером. Разработана функциональная схема и алгоритм управления. Выполнено математическое моделирование полета по заданной траектории в среде Gazebo и проведён эксперимент на реальном квадрокоптере.

Ключевые слова: Квадрокоптер, алгоритм, пакет, БПЛА, изображение, идентификация, обработка, детектирование, проверка.

Abstract

The article deals with the problem of controlling a pair of quadrocopters during search and rescue operations. Methods of identification of object of search on video image and methods of information exchange between the quadrocopter and the computer are offered. The functional

scheme and control algorithm are developed. Mathematical modeling of flight on the given trajectory in the environment of Gazebo is executed and experiment on the real quadrocopter is carried out.

Keywords: Quadcopter, algorithm, package, UAV, image, identification, processing, detection, verification.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) начинают широко применятся в разных областях, где трудно или опасно выполнять поставленную задачу человеку. БПЛА используется для картирования местности, инвентаризации сельхозугодий, оперативного мониторинга состояния различных трубопроводов и.т.п. [1]. С помощью БПЛА можно выполнять поиск определённых объектов или пропавших людей в зоне техногенных катастроф или стихийных бедствий. Существует решение, при котором один квадрокоптер одновременно находит искомый объект и доставляет груз в нужную точку. Такое решение имеет эффективность в случае, когда уже заранее известно местоположение объекта. Если в ходе полета один квадрокоптер не смог найти искомый объект, тогда одновременность поиска и доставки грузки становиться неэффективным. В данной работе рассматривается лёгкий квадрокоптер AR.Drone 2.0, запас энергий которого недостаточен для длительного поиска. Использование пары квадрокоптеров позволяет расширить как площадь исследуемой области, так и решить доставку массивного груза. Квадрокоптер AR.Drone 2.0 имеет 2 камеры: фронтальную нижнюю, передающие видеопоток на компьютер оператора. Кроме того, он поддерживает ROS, с помощью которого можно управлять квадрокоптером и выполнять поставленные задачи. В настоящее время существуют алгоритмы управления БПЛА для решения типовых задач, однако остаётся очень много задач, для которых алгоритм выполнения еще не найден. В данной работе предлагается алгоритм управления парой квадрокоптеров для обнаружения объекта по заданным параметрам, определение его координат и передачу данных в компьютер оператора. Задача второго квадрокоптера – по полученным координатам найденного объекта доставить груз в заданную точку. Такой алгоритм найдет широкое применение в проведении поисково-спасательных операций [2].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка алгоритма управления парой квадрокоптеров при поисково-спасательной операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первой задачей при разработке алгоритма управления парой квадрокоптеров при поисковой операции является выбор канала связи. Для реализаций алгоритма в реальных условиях канал связи должен обеспечивать способность обмена информацией между компьютером и квадрокоптером. Объектами управления в данной работе является пара квадрокоптеров, один из которых выполняет задачу поиска объекта по заданному изображению и определения координаты искомого объекта, а второй получив информацию от первого, начинает свое движение к найденному объекту. Канал связи должен удовлетворять требованиям обеспечения работоспособности алгоритма в реальных условиях. Например, радиус действия канала достаточен для общения между компьютером и квадрокоптером в ходе полета. Кроме того, канал связи должен обеспечивать маневренность квадрокоптера при выполнении задачи. В настоящее время существуют многие каналы, обеспечивающие общение между компьютером и квадрокоптером, но для данной задачи беспроводная сеть становится самым оптимальным и подходящим каналом связи. В технологии передачи информаций часто используются беспроводную сеть (Wi-Fi) и радиоволну. Чаще Wi-Fi используется для передачи информаций на расстояние меньше 100 метров, а радиоволна – для передачи информаций на большое расстояние. Но с развитием технологий Wi-Fi постепенно становится популярным. В данный момент почти все электронные устройства имеют способность подключения к Wi-Fi сети. Так в квадрокоптере Ar.Drone 2.0 обмену информаций происходит через Wi-Fi к которому и подключается компьютер [3,4].

Второй задачей является выбор метода идентификаций и обработки изображений. В данный момент имеется много различных методов обработки изображений, но контурный анализ представляет собой фундаментальный процесс в обработке изображений. Края включают в себя много информации о образе объектов. С помощью

края можно определить местоположение объектов, их формы, размеры и информацию о их текстуре. Среди методов обработки изображений оператор Канни считается самым эффективным методом. Так как он обладает большим количеством преимуществ по сравнению с другими методами. Оператор Канни используется очень широко в системах технического зрения из-за его качественной работы. В рамке данной статьи этот оператор используется для детектирования объекта по изображению [5,6].

Функциональная схема представлена на рисунке 1. При этом,

- Задачи компьютера: Отправление сигнала управления на оба квадрокоптер, обработка видеопотоков и фиксирование координаты искомого объекта.
- Задачи первого квадрокоптера: Полет по заданной траектории, снятие видеопотока и отправка видеопотока с навигационными данными на компьютер.
- Задачи второго квадрокоптреа: Полет к найденному объекту.

Рисунок 1 – Функциональная схема.

На основе выбора метода обмена информацией, метода детектирования объекта по изображению и функциональной схемы разработан алгоритм управления, представленный на рисунке 2. Ход выполнения алгоритма включает себя следующие шаги.

- Шаг 1: Загрузить в программу управления изображение искомого объекта и траекторию полета квадрокоптер.
- Шаг 2: Полет квадрокоптера по заданной траектории и получение видеопотока.
- Шаг 3: Обработка видеопотока и выделение изображения я искомого объекта.
- Шаг 4: Если квадрокоптер приближается к точке невозврата или закончит свою траекторию, то он сам возвращается в исходную точку.
- Шаг 5: Если квадрокоптер обнаруживает искомый объект, он передает координаты объекта на компьютер. Компьютер запоминает координаты искомого объекта и отправляет сигнал управления на второй квадрокоптер. Получив сигнал управления от компьютера, второй квадрокоптер начинает движение к найденному объекту.

Рисунок 2 – Алгоритм управления парой квадрокоптеров.

После того как был разработан алгоритм управления, осталась задача проверки алгоритма на реальном БПЛА. Любой алгоритм имеет значение только тогда, когда он применяется практически. Для проверки разработанного алгоритма было проведено моделирование полёта по заданной траектории в среде Gazebo. При этом используются пакет ardrone_autonomy, tum_ardrone и система Robot Operating System. Пакет

ardrone_autonomy представляет собой драйвер для квадрокоптера AR.Drone 2.0, с помощью которого можно отправлять сигналы управления, переключать камеру и устанавливать некоторые параметры полёта, такие как максимальная высота, частота обновления видео. Пакет tum_ardrone предназначен для автономного полета в среде без GPS датчика по заданной траектории. В результате применения указанных пакетов был выполнен экспериментальный полет реального квадрокоптера по заданной траектории. Результат эксперимента представлен на рисунке 3.

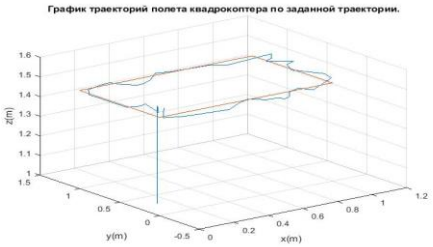


Рисунок 3 – Результат моделирования по заданной траектории.

При полете по заданной траектории нижняя камера передаёт видеопоток об исследуемой площади. При нахождении искомого объекта координата будет зафиксирована. Определение координат искомого объекта означает, что поставленная задача решена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной задачи разработан алгоритм управления парой квадрокоптеров. Правильность разработанного алгоритма утверждена тематическим моделированием полёта по заданной траектории и экспериментом на реальный квадрокоптере. Такой алгоритм найдет широкое применение в спасательных операциях, так и для решения других практических задач.

***

1. Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] - https://russiandrone.ru/publications/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve_/ , свободный.
2. Второй Всероссийский научно-практический семинар «Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2015)» (9 октября 2015г., г. Санкт-Петербург, Россия): Труды семинара. – Санкт- Петербург: Изд-во «Политехника-сервис», 2015. – 140 с.
3. WiFi Networking: Radio Wave Basics [Электронный ресурс] - https://www.networkcomputing.com/wireless-infrastructure/wifi-networking-radio-wave-basics, свободный.
4. Wifi là gì? Wifi hoạt động như thế nào? [Электронный ресурс] - https://quantrimang.com/wifi-la-gi-120057 , свободный.
5. Сакович И.О., Белов Ю.С. Обзор основных методов контурного анализа для выделения контуров движущихся объектов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2014, вып. 12.
6. Canny J.F. Finding edges and lines in images. Master's thesis. MIT, Cambridge, USA, 2016, pp.50–67.

Морозов В.И., Петрушева Н.А.

Использование потенциальных ресурсов древесной зелени хвойных пород лесов Красноярского края

Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М.Ф. Решетнева» (Россия, Лесосибирск)

doi: 10.18411/lj-05-2019-36
idsp: ljournal-05-2019-36

Аннотация

Для использования потенциальных ресурсов в виде древесной зелени хвойных пород был произведенанализ ресурсной базы лесов Красноярского края, предложен технологический процесс по которому данный вид ресурса будет заготавливаться и перерабатываться.

Ключевые слова: древесная зелень, заготовка, переработка, хвоя, мобильность.

Abstract
To use potential resources in the form of coniferous tree greens, an analysis of the resource base of the forests of the Krasnoyarsk Territory was carried out, and a technological process was proposed for which this type of resource would be harvested and processed.
Keywords: wood greens, harvesting, processing, needles, mobility.

Активно развивающаяся лесоперерабатывающая промышленность края требует инновационного подхода к использованию растительного сырья, в том числе хвойного, на основе применения новейших наукоемких комплексных технологий, предусматривающих расширения объемов и способов использования вторичных ресурсов и отходов производства, в том числе получения хвойно-витаминной муки [1].

Общий запас древесины Красноярского края составляет 168,1 млн. га. Леса покрывают 69% территории. Запасы промышленной древесины составляют 14,4 млрд. м3 (29 % от общероссийского). Главными лесообразующими породами в Красноярском крае являются ценные хвойные, они занимают более 76% лесопокрытых площадей, который составляют 9,7 млрд. м3. На сосну приходится 62% (6 млрд. м3), на ель и пихту - 17% (1,6 млрд. м3), на лиственницу - 12% (1,1 млрд. м3), на кедр - 9% (873 млн. м3). Объем ежегодной вырубки по хвойным породам в Красноярском крае составляет 48,9 млн. м3, из которых 30,3 млн. м3 - приходится на сосну, 8,3 млн. м3 - на ель и пихту, 5,9 млн. м3 - на лиственницу, 4,4 млн. м3 - на кедр.

Общая масса древесины, которая используется в дальнейшем составляет 75 %, от общего объема заготавливаемой древесины. Доля коры 15 %, древесной зелени 10-20 %. Крону, часть ствола, вершину, сучья, пни, корни и часть древесной зелени оставляют на лесосеке в качестве отходов лесозаготовок. Число таких отходов варьируется от 30 до 50 % в общей биомассе (рис.1) [2].

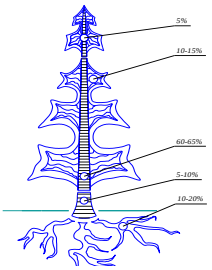


Рисунок 1 – Биомасса дерева

Расчет отходов лесозаготовок включает в себя расчет нормативов и объемов образования отходов древесины. Под нормативами отходов и потерь древесины подразумевают минимальные количества отходов и потерь сырья и материалов, обусловленные принятой технологией производства и неиспользуемые для данного вида продукции. Эти отходы и потери образуются в процессе заготовки леса [4]. Выполнив расчеты с учетом породного состава по методике [4], получим объемыотходов веток и сучьев при валке и трелевке в летнее времясоставят 21 млн. м^3, в зимний период составят 15,2 млн. м^3 от объема заготавливаемой древесины (таблица 1).

Таблица 1.

Результаты расчетов потенциальных ресурсов, м^3 на 48,9 млн. м^3 заготавливаемой древесины

Порода	Валка				Трелевка			
	Ветки и сучья		Хвоя		Ветки и сучья		Хвоя	
	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
Общий запас	6,1	3,2	9	6,3	9,1	5,1	12	9
Сосна	3,7	1,9	5,6	3,9	5,6	3,2	7,4	5,6
Ель и пихта	1	0,5	1,5	1,1	1,5	0,9	2	1,5
Лиственница	0,7	0,4	1,1	-	1,1	0,6	1,4	-
Кедр	0,5	0,3	0,8	0,6	0,8	0,5	1,1	0,8

Запас потенциальных ресурсов в виде хвои по временам года и породному составу рассмотрен в таблице 2.

Таблица 3

Результаты расчетов потенциальных ресурсов хвои по временам года и породному составу, млн. м^3

Порода	Летний период	Зимний период
Сосна	11,3	8,1
Ель	2,3	1,6
Пихта	2,3	1,6
Лиственница	4,6	-
Кедр	2,3	1,6

Отходы в виде древесной зелени обладают биологически активными веществами, такими как: эфирные масла; витамины; белки; жиры; углеводы. Древесная зелень используется в продукции медицинского, парфюмерно-косметического и пищевого назначения, кормовых добавках для сельскохозяйственных животных, хвойно-витаминной муки (рис. 2).

Рисунок 2 – Продукция, в состав которой входит хвоя

Предлагается реализовать данные ресурсы лесов красноярского края при помощи разрабатываемого технологического процесса, включающего в себя разрабатываемую мобильную установку Технологический процесс, основывается на технологии разработки лесосеки сортиментами и включает в себя следующие операции: валка – трелевка на верхний склад – раскряжевка деревьев – погрузка сучьев в мобильную установку.

В данном случае валка осуществляется валочно-пакетирующей машиной, затем поваленные деревья трелюются на верхний склад грузовой платформой на базе форвардера. На погрузочном пункте деревья раскряжевываются при помощи процессора, сучья складываются в кучи, а сортименты в штабеля. Сучья загружают комлем вперед в приемную часть мобильной установки, в узле отделения хвоя отделяется от сучьев и веток, затем измельчается. Под ситом измельчителя древесной зелени расположен пакетодержатель и вакуумная-упаковочная машина.

Принцип работы установки заключается в отделении хвои от веток, ее измельчении и вакуумное упаковывание (рис. 3).

Рисунок 3 – Блок-схема принципа работы мобильной установки

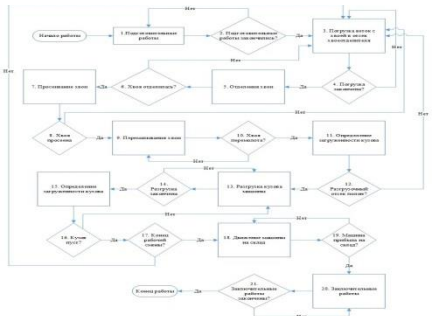


Рисунок 4 – Информационно-логическая модель технологического процесса мобильной установки

Для подробного рассмотрения представлен алгоритм операций в виде информационно-логической модели технологического процесса мобильной установки (рис.4).

Таким образом, в ходе лесозаготовок древесины остается большое количество ресурса 21 млн. м^{3}в летнее время и 15,2 млн. м^3 в зимнее, которые могут быть переработан в хвойный полуфабрикат и использоваться при производстве различных товаров.

Участие в IV Научно-технической конференции "Леса России: политика, промышленность, наука, образование" в соответствии с конкурсной заявкой № 2019030404345 проведено при поддержке Красноярского краевого фонда науки.

***

1. Губаненко Г.А. Влияние качества древесной зелени сосны обыкновенной на качество древесной муки / Г.А. Губаненко // Сборник научных статей материалы Международной научно-практической конференции / Г.А. Губаненко. – М., 2015. – С. 58-60.
2. Чистова Н.Г. Комплексное использование древесины: курс лекций для студентов вузов / Н.Г. Чистова, Г.С. Миронов. - Красноярск: СибГТУ, 2011. – 226 с.
3. Хвоя не для отходов // Лесное хозяйство и лесные ресурсы / Ю.А. Паутов [и др.]; под ред. А.И. Таскаева, Г.М. Козубов. – М., 2000.–С. 195-200
4. Вторичные материальные ресурсы лесной и деревообрабатывающей промышленности: справочник / под ред. А.Е. Юрченко. – М.: Экономика, 2004. – 226 с.

Мыцык Е.И., Виноградов Е.Л., Ваганов В.В.

Исследование оптических свойств прозрачных запечатываемых материалов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-05-2019-37
idsp: ljournal-05-2019-37

Аннотация

Методом оптического сканирования исследовано светоотражение и светопропускание образцов полиграфических прозрачных и полупрозрачных материалов (в основном, упаковочных), на одном из которых электрофотографическим способом был напечатан простейший модельный оттиск. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об универсальности метода сканирования и его высокой эффективности при оптимизации выбора субстратов, проводимой в целях повышения качества полиграфических продуктов.

Ключевые слова: запечатываемые материалы, оптическое сканирование, планшетный сканер, светопропускание, светоотражение.

Abstract

Light reflection and light transmission of samples of polygraphic transparent and semitransparent materials, basically of packing type, were discovered by means of optical scanning. One of these samples was used for printing an elemental simulative imprint by the method of electro photography. Received experimental information proves versatility of scanning method and its high efficiency while optimization of choice of substrate which is led in order to improve quality of polygraphic products.

Keywords: Printable materials,optical scanning,tablet scanner, light transmission, light reflection.

Введение

Печатное производство – прежде всего, оперативная полиграфия –динамично развивается. Сегодня в условиях конкуренции типографии способны предлагать клиентам гармоничное сочетание своих услуг, приемлемое соотношение цены, сроков изготовления, вида и качества изданий. В последнее время заметно растет спрос на деловую полиграфическую продукцию, в частности, на упаковочную.

Изготовление упаковки отличает огромное разнообразие и применяемых технологических схем, и запечатываемых материалов (это сильно различающиеся свойствами бумаги, картоны, полимерные пленки, металлы, стекло и др.).

Запечатанные упаковочные пленки встречаются на каждом шагу: в них упакованы многие продукты питания, канцелярские товары, одежда, из таких пленок делают пакеты, мешки и т. д. Причины широкого использования пленок в современной полиграфии, ориентированной на удовлетворение интересов потребителей, можно разделить на три категории:

• Причины технические – малый вес, безопасность для потребителя, более низкое энергопотребление при производстве. Кроме того, для хранения товаров в гибкой пленочной упаковке не нужны большие складские помещения, а расходы при их транспортировке существенно снижены. Важное значение имеют барьерные свойства пленок – создание препятствий проникновению в упакованные продукты влаги, масел, жиров, нефтепродуктов, большинства встречающихся в быту химических соединений, газов, микроорганизмов и ультрафиолетового излучения [1]. Пленки позволяют относительно просто наносить на них печати и информирующие потребителя товаров надписи.

• Экономические причины: пленки производятся в массовом порядке по низким ценам.

• Наконец, причины эстетические: пленки могут придавать продаваемому товару внешнюю привлекательность, если на них имеются соответствующие рисунки и надписи.

Ведущее положение среди печатных свойств любых субстратов занимают их свойства оптические; пленки в этом отношении исключения не представляют. Качество печати (удобство визуального съема информации с оттисков, точность передачи сведений при репродуцировании исходных данных) во многом определяется светоотражением, светопропусканием и оптической однородностью запечатываемых материалов [2].

В связи с изложенным проведенное нами детальное исследование оптики полимерных упаковочных пленок нужно считать актуальным.

Экспериментальные данные о сканировании запечатанных и незапечатанных пленочных материалов

Изучались оптические свойства широко используемых в полиграфии прозрачных пленок, а также напечатанного на одной из них модельного оттиска, представляющего собой прямоугольник, наполовину закрашенный черной краской. Ниже перечислены пленочные объекты исследования:

1) полипропиленовая пленка BOPP;
2) полипропиленовая пленка Cast;
3) полиэтилен высокого давления (ПЭВД);
4) полиэфирная пленка Lomond.

Пленка BOPP (двухосноориентированная полипропиленовая) обладает превосходной прозрачностью, хорошо заметным блеском, высокими эластичностью и прочностью на разрыв (что позволяет запечатывать ее тонкие образцы). Она является хорошим диэлектриком, обнаруживает прекрасные барьерные свойства при испытаниях на паро- и газопроницаемость. Специальный слой сополимера, нанесенный на поверхность пленки BOPP методом коэкструзии, обеспечивает ей способность к сварке. Эта пленка применяется для флексографской печати, ламинирования, изготовления декоративных оберток, из нее изготавливают упаковки пищевых продуктов [3].

Прозрачный материал Cast (неориентированная полипропиленовая пленка) также характеризуется высокой механической прочностью. Он стоек к действию кислот и жиров, способен термически свариваться, его можно металлизировать, запечатывать любыми способами. Благодаря высокой термической стойкости полипропилена продукты, герметично упакованные в пленку Cast толщиной от 30 до 40 мкм, можно стерилизовать без использования консервантов. На этот материал можно наносить микроперфорацию, что дает возможность упаковывать в него горячую продукцию.

Характерные свойства материала ПЭВД – гладкость и блеск поверхности, эластичность. Он легко тянется, стоек к низким температурам. Пленка ПЭВД защищает упакованную продукцию от кислорода и влаги, ее используют в качестве одноразовой упаковки пищевых продуктов короткого срока хранения.

Полиэфирные пленки Lomond Laser Film в отличие от других исследованных нами объектов не относятся к упаковочным материалам. Эти субстраты используются для печатания изображений разных типов на черно-белых и цветных лазерных принтерах и в копировальных аппаратах. Они обеспечивают превосходную контрастность и четкость

изображений, реалистичную цветопередачу, отлично держат тонер. Применяются пленки Lomond при изготовлении слайдов, оригинал-макетов, цветоделенных форм.

Образцы всех четырех пленок сканировались на аппарате МФУ Canon PIXMA MX320, работающем на отражение. Для каждого образца эта операция выполнялась дважды – при размещении на черной и зеркальной подложках [2, 4].

Полученные электронные версии изображений изучаемых объектов были обработаны в пакете прикладных программ Scilab, имеющем открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчетов. Выбор этого пакета обусловлен следующими обстоятельствами: во-первых, в его составе имеется инструмент Scilab Image and Video Processing Toolbox, необходимый для статистического анализа изображений субстратов и оттисков, в том числе, многоцветных; во-вторых, он в отличие от более мощного пакета MATLAB бесплатен и, следовательно, доступен для предельно широкого круга исследователей и полиграфистов-практиков. Программное обеспечение Scilab позволяет также выводить на экран монитора оптические профилограммы образцов, то есть графики изменений уровней серого (уровней тона) при переходе от одного облученного локуса (пикселя) к другому. Такие графики наглядно показывают оптическую (следовательно, и структурную) неоднородность просканированных образцов – чередование светлых и темных участков в строках их изображений.

В результате компьютерной обработки сканов были определены значения таких параметров субстратов, как

- их средние уровни тона при размещении на зеркальной и черной подложках r_1 и r_0;

- соответствующие средние коэффициенты отражения R_1 и R_0,

$$R = r/255, \quad (1)$$

где 255 — максимальный уровень тона, характеризующий объект, который идеально отражает свет;

- средний коэффициент светопропускания T,

$$T = \sqrt{(R_1 - R_0)(1 - R_0)}; \quad (2)$$

- показатели неоднородности объектов – стандартные отклонения s_1 и s_0, коэффициенты вариации K_1 и K_0,

$$K = s/r\sqrt{N}, \quad (3)$$

где N – количество пикселей в сканах.

Результаты проведенных опытов представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1.

Показатели оптических свойств субстратов

Материал	R_1	R_0	K_1	K_0	T
BOPP	0,927	0,189	0,000014	0,00020	0,774
Cast	0,924	0,185	0,000013	0,00019	0,776
ПЭВД	0,925	0,231	0,000013	0,00019	0,731
Полиэфирная пленка	0,91	0,211	0,000011	0,00021	0,743

Из таблицы видно, что все исследованные материалы достаточно однородны и прозрачны, причем их коэффициенты светопропускания (они порядка 0,75 – 0,8) и коэффициенты вариации различаются незначительно. Замена зеркальной подложки на черную приводит к существенному снижению отражательной способности и однородности систем подложка-пленка. Это и понятно: через прозрачные пленки хорошо видна черная подложка, вероятно, менее однородная по сравнению с зеркальной.

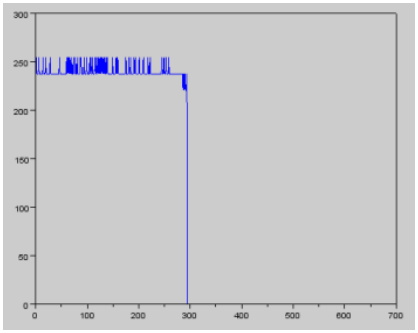


Рис. 1. Профилограмма границы между пробельной и запечатанной частями полиэфирной пленки Lomond

По профилограмме (рис. 1), полученной при компьютерной обработке скана запечатанной на лазерном принтере HP LaserJet 1020 полиэфирной пленки, можно судить о четком окрашивании запечатываемого участка модельного оттиска черным тонером (для плотного слоя краски R_1 = 0,00004). Граница краска-пробел обнаруживается по перелому профилограммы приблизительно на трехсотом пикселе. Впрочем, красочный слой неоднороден, характеризующий его коэффициент вариации равен 0,223, а граница слоя незначительно размыта – вблизи нее заметно «затекание» тонера в пробел.

Заключение

Использованному в нашей работе компьютеризованному методу оптического сканирования полиграфических прозрачных материалов и модельных оттисков присущи многие достоинства.

1. Во-первых, этот метод уникально информативен, а для его внедрения не требуются серьезные финансовые и временные затраты. При наличии планшетных сканеров, черных и зеркальных подложек он позволяет в одном опыте продолжительностью в несколько десятков минут не только измерять усредненные показатели светоотражения и светопропускания изучаемых объектов, но и определять характеристики их оптической неоднородности. Планшетные сканеры и персональные компьютеры с программным обеспечением типа Scilab-5.3.3 широко распространены и сравнительно дешевы.

2. Во-вторых, оптическое сканирование универсально. Его с успехом можно применять для изучения свойств плоских объектов, светопроницаемость которых изменяется в предельно широких пределах – от практически светонепроницаемых фотобумаг до прозрачных полимерных пленок.

3. В-третьих, апробированный нами метод обладает высочайшей точностью, поскольку измеряемые с его помощью параметры получаются «мгновенным» усреднением отсчетов в десятках тысяч точек сканируемого объекта.

Таким образом, имеются все основания рекомендовать оптическое сканирование в целях совершенствования полиграфических процессов переноса тиражируемой информации на любые вещественные носители.

***

1. Ваганов В. В., Ваганов Г. В. Наноматериалы и нанотехнологии в полиграфии. // СПб.: Издательство политехнического университета, 2014. – 240 с.
2. Ваганов В. В., Виноградов Е. Л., Тропец В. А. Оптика бумаги и оттиска. // СПб.: Издательство политехнического университета, 2015. – 144 с.
3. Виды пленок и их свойства [Электронный ресурс] http://www.lenpoligraf.ru/polezno-znat/vidy-plenok-i-ikh-svoystva.php (дата обращения 02.05.2019).
4. Виноградов Е. Л., Тропец В. А., Чекменев К. А. Новый способ исследования оптических свойств запечатываемых материалов с применением сканирующих устройств, работающих на отражение. // Дизайн. Материалы. Технология, 2015, № 1 (36). – с. 53-56.

Нестеров А.О., Шевырев Л.Ю.

Основы организации и оптимизация складского хранения

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО
Донской государственный аграрный университет
(Россия, Зерноград)

doi: 10.18411/lj-05-2019-38
idsp: ljournal-05-2019-38

Аннотация

В данной статье рассмотрены основы организации складского хранения продукции. Проведен сравнительный анализ возможных вариантов организации склада.

Ключевые слова: продукция, склад, оптимизация, грузовые перевозки, складское хранение.

Abstract

This article describes the basics of the organization of warehouse storage of products. A comparative analysis of the possible options for the organization of the warehouse.

Keywords: production, warehouse, optimization, cargo transportation, warehouse storage.

Для управления складом очень важна его планировка, которая определяет размещение мест для хранения, зон погрузки и разгрузки, тип оборудования. Всё это обуславливает эффективность выполняемых операций. Продукцию на складе необходимо размещать таким образом, чтобы к ней был свободный доступ для выполнения складских операций, чтобы затраты сил и технических средств при перемещении продукции были наименьшими, а складская площадь была использована рационально и в то же время обеспечивалась сохранность продукции. Для этого необходимо, чтобы наиболее часто используемая номенклатура продукции хранилась вблизи от зон приёмки и отгрузки в так называемой «горячей зоне».

Рациональная разбивка складских площадей на рабочие (складские) зоны позволяет обеспечить оптимальный процесс переработки грузов на складе при максимальном использовании имеющихся складских мощностей. Планировка склада должна обеспечивать беспрепятственное движение грузов независимо подлежат они хранению или нет.

Так как складская площадь находится под открытым небом и нет возможности использовать стеллажи и другие подобные приспособления, её использование по горизонтали является наиболее лёгкой и очевидной процедурой. При минимизации поверхности, занятой под переходами, надо исключать ситуации, когда чрезмерно узкие коридоры затрудняют перемещение по складскому объекту. Также существует необходимость складирования отдельных позиций запасов на определённом расстоянии друг от друга с целью обеспечения свободного к ним доступа.

Для расширения спектра предлагаемых услуг и, что особенно важно, при организации междугородних перевозок необходимы современные склады.

Выбор между собственным складом или складом общего пользования или их комбинациями - одна из самых главных проблем в складировании. На собственных складах лучшие поддерживаются условия хранения и контроля. Руководству предприятия легче и дешевле корректировать стратегию сбыта. СОП следует отдавать предпочтением при низких показателях оборота фирмы или сезонности хранимого товара. СОП не требует инвестиций в развитие складского хозяйства, повышается гибкость в потреблении складской площади.

Прежде чем покупать или строить собственный склад, надо четко представлять, чем компания в дальнейшем будет заниматься. Как правило, это должно определяться бизнес-планом компании на следующий год, в основе которого должен быть серьезный анализ грузопотока, прошедшего через склад за год, плюс прогноз на 3–5 лет.

Для фирмы, которая осуществляет доставку по магазинам и использует склад как терминал для отгрузки товара, форма собственности не принципиальна. Если компания занимается торговлей со склада, а не осуществляет доставку в магазины, т.е. использует формат склад-магазин, то необходимо учитывать, что строится в данном районе, что будет построено как минимум в ближайшие пять лет.

На собственном складе можно спланировать все функции процесса и заложить их в проект будущего склада.

На арендованных складах это осуществить бывает очень сложно, т.к. существуют «соседи» по складу. Большинство складов, используемых в настоящее время, построено еще в советский период, и они не отвечают требованиям современной логистики и западным образцам, т.е. придется или стоять в очереди на лифт, или искать место под разгрузку на пандусе и т.п. Например, на многих складах старого образца (особенно в многоэтажных складских комплексах) сохранилась последовательная система въезда/выезда, а не параллельная (круговая), которая часто применяется на Западе.

Когда фирма является хозяином помещения, у нее больше развязаны руки в плане реконструкции, переоборудования помещения. В этом случае можно более безопасно инвестировать в складские комплексы, например, тем же оборудованием. Найти подходящий склад в собственность сегодня уже практически невозможно. Существующие склады железнодорожных товарных станций или имеют постройки начала XX века (например, пакгаузы Казанской и Киевской товарных станций), или железобетонные «монстры», как на Курской-товарной, которые будут очень дорогими для аренды. Кроме того, оптовая продажа – это продажа не одного, а нескольких наименований товара, поэтому хранение продукции может быть разбито по товарным группам, которые могут меняться, а ведь для каждой из групп необходимо свое оборудование и система складирования. Стоит ли говорить, что это легче осуществить на собственном складе?

И, наконец, собственный склад (или любые здания в собственности) необходим для поддержания имиджа компании, для ее рейтинга, это создает положительное впечатление о компании и позволяет реально привлечь инвестиции.

Аренда удобна в том случае, когда компания находится на начальном этапе развития. Во-первых, склад в собственности – это налоги на недвижимость плюс налог на землю. Во-вторых, с ростом компании, ростом складских запасов, товарооборота проще сменить арендованный склад, нежели собственный. Таким образом, с точки зрения мобильности и скорости осуществления операций, аренда интереснее .

Оформление документов, безусловно, при аренде проще. Хотя, если оформлять субаренду, то это займет полгода. Если заниматься строительством, то на подготовку может уйти больше года – документы, разрешения, согласования, а потом столько же продолжается строительство.

Есть и промежуточные варианты пользования складом. Сегодня, если рассматривать опыт Запада, целесообразно строительство склада несколькими предприятиями/компаниями сообща с тем, чтобы потом совместно владеть им. Или возможна аренда на таких же условиях.

Единственное условие – эти компании не должны быть конкурентами или дилерами одного и того же производителя (что, в принципе, одно и то же). Иначе один просто поглотит другого. Складской комплекс в этом случае должен быть соответствующим образом спроектирован. Это позволит при строительстве снизить затраты на утверждение документации, коммуникаций и т.п.

Также возможен вариант, когда оптовая компания строит или покупает склад (т.е. обзаводится собственностью), а потом его часть сдает производителю. Особенно это интересно для удаленного производителя, для которого склад может стать буферным. Но такая форма подразумевает излишки производимого продукта (которые могут возникнуть в период спада покупательской активности, спроса) или очень большие обороты предприятия. В этом случае строительство складов и сдача их в аренду становится вторым, побочным бизнесом для компании-оптовика.

Для выбора оптимального варианта складирования необходимо сделать расчеты по нескольким альтернативным вариантам и тот вариант, при котором затраты на единицу хранения меньше, можно принять.

Произведем расчеты по трем вариантам:

- склад общего пользования,
- арендованный склад,
- собственный склад.

Таблица 1.

Затраты на складе общего пользования, (тыс. руб)

№ п.п.	Наименование	Рассматриваемые года				
		2014	2015	2016	2017	2018
1	Объем товарооборота(тыс.руб.)	38500	42350	46585	51244	56368
2	Средняя стоимость одной единицы товара (руб.)	46	46	46	46	46
3	Количество условных единиц товара	59414	65355	71890	79079	86987
4	Количество ед. единовременного хранения	4951	5446	5991	6590	7249
5	Площадь одной единицы хранения, (м.кв.)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	Полезная площадь хранения кв.м.при хранении в два ряда	1238	1362	1498	1647	1812
7	К использования площади	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
8	Общая потребная площадь	2751	3026	3328	3661	4027
9	Количество машин принятых	376	414	455	501	551
10	Количество машин отправленных	376	414	455	501	551
11	Итого машин	752	827	910	1001	1101
12	Грузооборот, тн.	8649	9514	10465	11512	12663
13	Стоимость аренды 1м.кв	15	25	35	35	35
14	Прием одной машины	120	120	210	250	250
15	Разгрузка /погрузка 1 тн	112	112	112	112	112
16	Затраты на аренду (тыс. руб.)	200,8	220,87	242,96	267,26	293,98
17	Затраты на прием машин	3008,3	3309,1	3640,0	4004,0	4404,4
18	Затраты на погрузку/разгрузку	13838	15221	16744	18418	20260
19	Итого затрат (тыс. руб.)	217,6	239,4	263,4	289,7	318,7
20	Затраты на единицу хранения	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7

Определим расходы на единицу хранения на арендованном складе (табл. 2).

Таблица 2.

Расходы на арендованном складе (тыс.руб.)

№ п.п.	Статья расходов	Рассматриваемые года				
		2014	2015	2016	2017	2018
1	Заработная плата административного и обсуживающего персонала	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96
2	Платежи во внебюджетные фонды	23,8378	23,8378	23,8378	23,8378	23,8378
3	Канцелярские расходы	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
4	Плата за телефон, телефакс	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
5	Коммунальные платежи	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
6	Непредвиденные расходы	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
7	Ремонт и содержание оборудования	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
8	Затраты на охрану труда	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

	и окружающей среды					
9	Хозяйственные расходы	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
10	Арендная плата	441,7	441,7	441,7	441,7	441,7
11	ИТОГО	550,4778	550,4778	550,4778	550,4778	550,4778
12	на ед.	0,009265	0,008423	0,007657	0,006961	0,006328

Произведем расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений при строительстве собственного склада (табл. 3).

Таблица 3.

Капитальные затраты и амортизационные отчисления при строительстве собственного склада (тыс. руб)

№ п.п.	Капитальные затраты собственного склада		Амортизационные отчисления
1	Стоимость зданий, сооружений, тыс.руб.	2400	120
2	Оборудование, тыс.руб.	50	10
3	Итого	2450	130

Определим текущие расходы на содержание собственного склада (табл. 4).

Таблица 4.

Расходы на собственном складе (тыс.руб.)

№ п.п.	Статья расходов	Рассматриваемые года	
		2014-2016	2017-2018
1	Заработная плата административного и обсуживающего персонала	66,96	78,72
2	Платежи во внебюджетные фонды	23,83776	28,02432
3	Канцелярские расходы	0,75	0,86
4	Плата за телефон, телефакс	1,2	1,35
5	Коммунальные платежи	5,6	6,1
6	Непредвиденные расходы	1,3	1,4
7	Ремонт и содержание оборудования	7,8	10
8	Затраты на охрану труда и окружающей среды	0,8	0,87
9	Хозяйственные расходы	0,53	0,6
10	Амортизационные отчисления	130	130
11	Плата за землю	0,7	0,7
12	ИТОГО	239,5	258,6
13	на единицу	0,0037	0,0030

После проведения расчетов мы можем провести сравнение затрат при разных вариантах (табл. 5).

Таблица 5.

Сравнение вариантов складирования продукции предприятия

Сравнение общих затрат (тыс.руб)					
	2014	2015	2016	2017	2018
склад общего пользования	217,6	239,4	263,3	289,7	318,7
аренда+скл.общего пользования	550,5	550,5	550,5	576,8	605,8
собственный склад	239,5	239,5	239,5	258,6	258,6
Сравнение затрат на единицу хранения (руб.)					
склад общего пользования	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66
аренда+скл.общего пользования	9,27	8,42	7,66	7,29	6,96
собственный склад	4,03	3,66	3,33	3,27	2,97
эффективность собственного склада , тыс.руб.	-21,8	-0,1	3,9	31,1	60,0

Построим графики затрат на единицу хранения при разных вариантах складирования и эффективности собственного склада (рис. 1, 2).

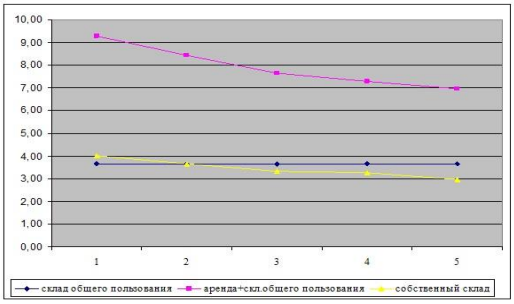


Рисунок 1 – Затраты на единицу хранения при разных вариантах складирования

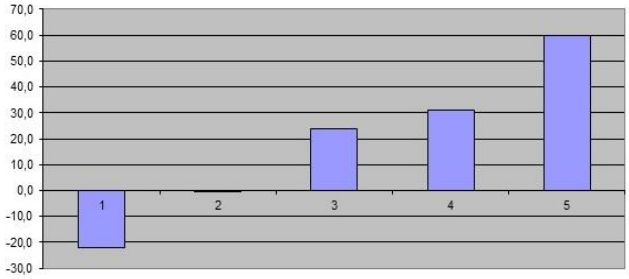


Рисунок 2 – Эффективность собственного склада

Проведенные расчеты показали, что стоимость хранения одной единицы хранения на собственном складе минимальна. Кроме снижения затрат на единицу хранения наличие собственного склада позволяет усилить конкурентные преимущества, в частности предотвращает потерю потенциальных клиентов. Предотвращение потерь клиентов увеличит прибыль фирмы, которая может окупить затраты на строительство собственного склада.

***

1. Курганов, В. М. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок товаров / В.М. Курганов. - М.: Книжный мир, 2004. - 432 с.
2. Курило Е.В. Склад минеральных удобрений как звено логистической системы/ Е.В. Курило, Л.Ю. Шевырев. – Проблемы технической и коммерческой эксплуатации транспортных и транспортно-технологических комплексов: – Тезисы докладов 76 всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых исследователей с международным участием/ РИО Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО ДГАУ в г. Зерограде – Зерноград, 2017 с. 44-45.
3. Родионов А.Р. Логистика: комплектование сбытовых запасов и оборотных средств предприятия: учеб. пособие для вузов / А.Р. Родионов. – М. : Проспект, 2006.

Нестеров А.О., Шевырев Л.Ю.
Логистический подход в организации грузовых перевозок на примере ООО «Труженик»

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской государственный аграрный университет (Россия, Зерноград)

doi: 10.18411/lj-05-2019-39
idsp: ljournal-05-2019-39

Аннотация

В данной статье приведены результаты использования логистики при организации грузовых перевозок в городском и междугороднем сообщении.

Ключевые слова: грузовые перевозки, логистика, оптимизация, структура предприятия.

Abstract
This article presents the results of the use of logistics in the organization of freight transport in urban and intercity traffic.
Keywords: freight transportation, logistics, optimization, enterprise structure.

В ряде случаев решение одной, хотя и важной задачи не позволяет достичь заметного улучшения функционирования автотранспортной системы. Эффективность процесса доставки во многом зависит от так называемого человеческого фактора.

Как показывает проведенное исследование, в ООО «Труженик» требуется ввести должность логиста, который будет способствовать внедрению инновационных логистических подходов в организации грузоперевозок (рис.1).

В соответствии с должностной инструкцией логист:

1. Принимает участие в разработке и внедрении стандартов предприятия по организации хранения, сбыта и транспортировки товаров.
2. Обеспечивает построение и организацию работы снабженческо – сбытовых сетей в соответствии с задачами логистики. Изучает механизмы функционирования сбытовых сетей и организует внедрение мероприятий системного управления запасами и распределения товаров.

Рисунок 1 – Организационная структура ООО «Труженик» после введения должности логиста

3. Участвует в формировании ценовой и ассортиментной политики общества.
4. Обеспечивает реализацию планов освоения новых рынков сбыта и новых потребителей.
5. Занимается выбором наиболее выгодных поставщиков. Принимает участие в работе по заключению договоров на поставку и согласованию условий поставок.
6. Выносит предложения по способам транспортировки.
7. Определяет потребность в различных помещениях, складском оборудовании и транспортных средствах, рабочей силе; организует работу склада: размещение товара, работу оборудования и рабочих, порядок поступления и отгрузки товара, режим работы.
8. Организует поиск, выбор и внедрение новых информационных технологии для обеспечения задач прозрачности и оптимальности функционирования материального потока. Участвует в формулировании экономической постановки задач, либо отдельных их этапов, решаемых с помощью вычислительной техники, определяет возможности использования готовых проектов, алгоритмов и пакетов прикладных программ.
9. Организует внедрение новых технологий складирования, транспортировки и интеграции данных.
10. Разрабатывает нормативы товарных запасов и контролирует соответствие их уровня по объему и номенклатуре установленным нормативам.
11. Проводит анализ остатков и оперативный контроль запасов.
12. Руководит движением транспорта, обеспечивая его рациональную работу, оптимальную загрузку транспорта.
13. Совместно с отделом маркетинга и филиалами участвует в прогнозировании спроса.

14. Принимает участие в финансовом планировании и бюджетировании: составление номенклатурных планов поставок товаров и отгрузок товара со склада, а также расчетов по товарным операциям.

15. В оперативном порядке проводит работу с поставщиками, экспедиторами, водителями, работниками складов.

16. Контролирует выполнение подразделениями предприятия заказов, соблюдением установленных сроков поставок, номенклатуры товаров.

17. Обеспечивает своевременное предоставление первичных документов в бухгалтерию по товарным операциям и авансовым отчетам.

18. Организует и принимает участие в инвентаризации склада.

19. Обеспечивает своевременные расчеты с поставщиками (и покупателями).

20. Разрабатывает правила мотивирования и стимулирования работников.

Введение должности логиста поможет не только оптимизировать транспортные перевозки и работу склада. У менеджеров по продажам будет больше свободного времени для выполнения своих основных обязанностей – поиск новых клиентов и работа со старыми клиентами фирмы, что будет способствовать более быстрой реализации продукции.

Рассмотрим таблицы 1 и 2 данных за 2-е полугодие 2018 года после проведённых мер по оптимизации перевозок. При перевозках мы попытались максимально сократить простои и максимально использовать грузоподъёмность и объём транспортных средств.

Просчитаем время груза в пути по формуле: время = общая стоимость перевозки / 1 час работы. Стоимость 1-го часа перевозки осталась неизменной и составляет 1200 рублей. Полученные данные запишем в виде таблицы (табл.1).

Таблица 1.

Время груза в пути для большегрузных автомобилей (более 20 т) после вступления в должность логиста

Стоимость, руб.	Время в пути, час.
2250	≈ 2
4700	≈ 4
5800	≈ 5
4500	≈ 4
2400	≈ 2
2400	≈ 2
3350	≈ 3
3250	≈ 3
7000	≈ 6
7150	≈ 6
2250	≈ 2
10300	≈ 9
6900	≈ 6
6600	≈ 6

Просчитаем время груза в пути по формуле: время = общая стоимость перевозки / 1 час работы. Стоимость 1-го часа перевозки осталась неизменной и составляет 720 рублей. Полученные данные запишем в виде таблицы (табл.2).

Таблица 2.

Время груза в пути для грузовой «Газели» (от 2 до 3 т) после вступления в должность логиста

Стоимость, руб.	Время в пути, час.
9500 (2 машины)	≈ 4
1400	≈ 2
8700 (2 машины)	≈ 4
1300	≈ 2

Исходя из этого, для перевозки груза из одного конца города в другой требуется не более 2-х часов для грузовой «Газели» и не более 3-х часов для большегрузных транспортных средств по городу и пригородам.

Рассмотрим основные направления перевозок и вычислим средний показатель стоимости перевозки груза, данные запишем в виде таблицы (табл.3).

Таблица 3.

Стоимость перевозки груза на 1 тонну металла (в среднем) после вступления в должность логиста

Вид транспорта и область перевозки	Потрачено за месяц, руб.	Перевезено за месяц, тонн	Стоимость,руб.
Большегрузный автомобиль, движение по городу	15900	29,1	≈ 546
Большегрузный автомобиль, движение вне города	52950	82,1	≈ 645
Грузовая «Газель», движение по городу	2700	5,8	≈ 463
Грузовая «Газель», движение вне города	18200	19,9	≈ 914

Сравним полученные результаты с данными предыдущего полугодия (рис.2).

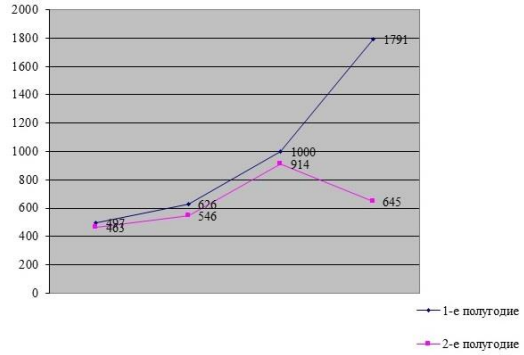


Рисунок 2 – Стоимость перевозки груза на 1 тонну металла (в среднем) до и после вступления в должность логиста

Таким образом, применение логистического подхода к организации грузоперевозок в ООО «Труженик» привело к уменьшению стоимости перевозки особенно при движении вне города.

***

1. Гаджинский, А. М. Логистика: учебник для высших учебных заведений по направлению подготовки "Экономика" / А. М. Гаджинский. – Москва: Дашков и К°, 2013. – 420 с.
2. Житков В.А. Методы оперативного планирования грузовых автомобильных перевозок / В.А. Житков, К.В. Ким – М. : Транспорт,1992. – 184 с.

Полиенко А.А., Тихомирова О.Г.

Металлическое литье или металлическая 3D-печать

ФГАОУВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-05-2019-40
idsp: ljournal-05-2019-40

Аннотация

Аддитивное производство – это новая ступень промышленного производства. Оно включает 3D-печать от автомобильных деталей до самолетов или домов, 3D-печать меняет мир вокруг нас. Но как работает инновационная и довольно молодая технология печати металлом по сравнению с классическим литьем, которое использовалось веками?

Ключевые слова: традиционное металлическое литье, 3D-печать металла, селективное лазерное плавление, прямое металлическое лазерное спекание, Binder Jetting, литье по выплавляемым моделям

Abstract

Additive production is a new stage of industrial production. It includes 3D printing from automotive parts to airplanes or homes, 3D printing is changing the world around us. But how does the innovative and rather young metal printing technology work compared to the classic casting that has been used for centuries?

Keywords: traditional metal casting, 3D metal printing, selective laser melting, direct metal laser sintering, Binder Jetting, lost wax casting

Традиционное литье металла

История методов литья классических металлов начинается в средневековье. Процесс включает в себя несколько этапов. Прежде всего, вам нужно изготовить копию вашего конечного продукта. Для создания реплик вы можете использовать разные материалы, одним из которых является дерево. Дизайн на реплике должен также включать систему заполнения и некоторую дополнительную поддержку. Затем вам нужно создать форму на основе этой реплики. Существует несколько методик работы с формовочными материалами, наиболее популярным из которых является песок.

Первым шагом является подготовка реплики, этот процесс будет отличаться для разных материалов. Как только у вас будет копия вашего конечного продукта, должна быть разработана система наполнения. Важно помнить, что реплика должна выходить из песчаной формы, поэтому она не может быть шире снизу, чем сверху. Это называется подрезкой и означает, что копия не может быть удалена.

При проектировании ваших деталей и системы наполнения вы также должны учитывать тот факт, что жидкий металл быстро затвердевает, и он может не достичь более высокого уровня вашей конструкции до его полного затвердевания. Чтобы избежать этого, вы должны спроектировать головку подачи.

Затем все это должно быть скопировано в форму. Необходимо приготовить две песчаные формы. Следующим шагом является зеркальное отражение объекта в специальном песке для создания одной формы. Вторая форма используется для системы наполнения, куда будет наливаться металл, и при необходимости также может использоваться для второй части вашего объекта. Затем формы заклеиваются одним верхом другого, поэтому система заполнения соответствует форме вашего объекта.

Как только две формы соединены, чтобы металл не просочился между двумя слоями песка, металл нагревают и разжижают. Процессы литья включают в себя очень быстрое закаливание металла в форму через систему подачи.

Последний шаг - очистить объект от песка и удалить систему наполнения. Теперь объект готов к любой дополнительной полировке и удалению лишнего материала при необходимости.

Технологии 3D-печати металла

3D печать предлагает несколько способов изготовления деталей из металла. Рассмотрим 4 технологии 3D-печати на металле: селективное лазерное плавление (SLM), прямое лазерное спекание металла (DMLS), струйное вяжущее и литье по выплавляемым моделям. SLM, DMLS и Binder Jetting - это технологии на основе порошка, они используют 3D-печать металлического порошка для создания ваших деталей. Мы рассмотрим все эти технологии.

Селективное лазерное плавление

Селективное лазерное плавление (SLM) - это технология аддитивного производства, в которой для создания ваших деталей используется металлический порошок. Металлический 3D-принтер наносит тонкий слой металлического порошка на поверхность, затем лазер расплавляет металл, создавая форму вашей 3D-модели. Следующий слой порошка помещается, и процесс повторяется. Металл плавится при высокой температуре, а детали, напечатанные на 3D-принтере, требуют времени охлаждения.

С технологией SLM вы можете интегрировать несколько компонентов в один объект, что снижает затраты и экономит время на сборку ваших деталей. Выбор Selective Laser Melting для вашего производства также предоставит вам очень прочные детали,

которые в то же время могут иметь тонкие стенки, снижающие вес ваших деталей. Они также будут иметь жаропрочность.

Для SLM часто применяется алюминий AISi7Mg0,6, состоящий в основном из алюминия (90%), кремния (7%) и магния (0,6%). Этот материал обладает хорошими механическими свойствами и может использоваться для деталей, подверженных высоким напряжениям.

Прямое металлическое лазерное спекание

Технология прямого металлического лазерного спекания (DMLS) также использует металлический порошок для 3D-печати функциональных деталей. Процесс такой же, как и для SLM: металлический 3D-принтер наносит слой металлического порошка, а затем лазерный луч спекает порошок в форме 3D-модели. Процесс DMLS очень полезен для тех, кому необходимо изготавливать свои металлические детали для создания прототипов или производства с небольшим объемом, исключая трудоемкие инструменты. Это также позволяет создавать сложные и очень подробные проекты, которые были бы невозможны при использовании любой другой технологии из-за ограничений традиционных производственных процессов.

Свойства металлических деталей, напечатанных с использованием SLM и DSML, будут схожими. Они будут иметь хорошие механические характеристики, модели могут быть достаточно подробными, а также полностью функциональными, подготовленными для использования или интегрированными в более крупный объект.

Разница между SLM и DMLS заключается в температуре, при которой расплавляется металлический порошок, и материалах, которые вы можете использовать. В DMLS чаще всего применяется нержавеющая сталь 316L и титан 6AI-4V.

Binder Jetting

Как и технологии, упомянутые выше, Binder Jetting - это метод 3D-печати на основе порошка. Однако при использовании этого метода аддитивного производства лазер не используется. Металлический порошок сплавляется со связующим жидким компонентом и слегка отверждается между каждым слоем. Binder Jetting - самый быстрый и дешевый процесс 3D-печати на металле. Основным преимуществом Binder Jetting является высокая индивидуальность и быстрое производство, однако, эта технология больше подходит для нужд прототипирования, декоративных и декоративных деталей или ювелирных изделий.

Применяется два металлических порошка для 3D-печати с Binder Jetting: сталь / бронза 420SS / BR и нержавеющая сталь 316.

Литье по выплавляемым моделям

Литье по выплавляемым моделям - это единственный метод 3D-печати, в котором не используется металлический порошок. Технология основана на впрыскивании металла в форму. Мастер-модель, как правило, построенная из воска, благодаря 3D-печати, является идеальной копией готового продукта. После того, как мастер-модель напечатана в 3D, поверх нее выливают форму из гипса. Когда гипсовая форма готова, жидкий металл впрыскивается в форму для замены воскового рисунка, который сливается через древовидную структуру для создания объекта.

Используются в основном 3 различных металла для литья: серебро, латунь и бронза.

Литье металла и 3D-печать: подружиться с врагом

Аддитивное производство не обязательно должно быть конкурентом традиционного литья металла. Оно может очень хорошо дополнить классические методы производства и улучшить их. Лучший пример сочетания Аддитивного производства и Классического литейного производства - это 3D-печать копий мастер-объектов. 3D-печать обеспечивает высокий уровень детализации, который был недоступен до использования методов аддитивного производства. И оно также ускоряет процесс предварительной подготовки традиционного литья металла.

Хорошим примером двух технологий, работающих вместе, является литье по выплавляемым моделям. Благодаря аддитивному производству достигается высокий уровень индивидуальной настройки восковой копии оригинального дизайна,

напечатанной на 3D-принтере. Процесс ускоряется благодаря 3D-печати, а восковая копия легко снимается.

Еще один способ сочетания Аддитивного производства и классического литья металлов - это 3D-печать пластиковых копий конечного продукта. Как и в случае с литьем по выплавляемым моделям, 3D-печатные копии будут плавиться, создавая идеальную, изготовленную на заказ пресс-форму, которую можно использовать для традиционных методов литейного производства.

Кроме того, 3D-печатные модели также отлично подходят для наиболее часто используемых форм для литья металла, изготовленных из песка. Благодаря Additive Manufacturing модель будет детализирована и оставит точную форму вашего дизайна в песке для производства точных металлических изделий.

Когда использовать традиционное литье металла?

Классический литейный завод отлично подходит для больших деталей.

Если планируется производить большие механические детали, такие как компоненты двигателя или большие шестерни для машин, Классическое литье отлично подходит для этой цели. Аддитивное производство не будет столь эффективным с крупногабаритными деталями из-за ограничений размеров, которых может достичь 3D-принтер. Основная цель производства механических частей для их функциональности. Внешний вид не важен вообще, он должен иметь хорошие механические свойства, и, если большой размер также важен для производства, традиционное литье металла предоставит отличные детали.

Традиционное литье металла будет дешевле производить большое количество деталей.

Классический литейный завод также будет полезен, если вам нужно несколько копий ваших деталей. Затраты на производство уменьшаются с количеством деталей, тогда как для использования Аддитивного производства стоимость остается неизменной.

Как вы можете улучшить свое производство с помощью 3D-печати по металлу?

Высококачественные и четко сформулированные 3D-печатные детали

3D-печать также обеспечивает гораздо большую свободу дизайна, высокий уровень детализации, индивидуальную настройку, и, если точность важна для вашего дизайна, выберите «Аддитивное производство». Более того, с помощью 3D-печати вы можете создавать детали, которые будут сочленены, что невозможно при традиционном литье металла. Это не только экономит время сборки, но и дает вам совершенно новые дизайнерские возможности.

3D печать быстрее

Если время играет важную роль в вашем производственном процессе, Аддитивное Производство - правильное решение для вас. Металл 3D-печать намного быстрее, чем традиционное литье по нескольким причинам. Начиная с подготовки к производству, для металлической 3D-печати ваших деталей вам просто необходима 3D-модель. По сравнению с литьем по металлу, где вам нужно не только спроектировать детали, систему наполнения и подающую головку, но и создать пресс-форму, 3D-печать экономит вам много времени.

Кроме того, процесс постпроизводства намного быстрее для металлических 3D-печатных деталей. Имейте в виду, что литье металла включает в себя методы снятия механической обработки для отсоединения системы наполнения и подающей головки, а также ручное удаление металла, который пролился между формами, прежде чем вы даже перейдете к чистовой обработке поверхности. Для деталей с 3D-печатью необходимо только удалить опоры.

Аддитивное производство дает вам больше контроля

Само производство может показаться более быстрым для металлического литья, поскольку жидкий металл быстро затвердевает, но вы не можете контролировать процесс. Аддитивное производство имеет гораздо более стабильный процесс производства. Существует вероятность сбоя 3D-принтера, и, если такая ситуация произойдет, мы можем немедленно отреагировать и остановить процесс. Метод литья металла не дает такой возможности, так как вы не видите, что происходит внутри пресс-форм.

При традиционном литье металлов также существует риск затвердевания жидкого металла, прежде чем он достигнет более узких частей вашего объекта. Чтобы избежать этого, необходимо создать дополнительную часть конструкции, которая называется головкой подачи. Позднее его необходимо удалить из конечного продукта, что замедляет процесс постпроизводства. Кроме того, во время заполнения окисление может вызвать образование пузырьков в металле, и небольшие кусочки песчаной формы могут попасть внутрь вашей детали, что повлияет на свойства объекта.

3D-печать помогает вам создавать более легкие детали

Если вам нужно, чтобы ваши детали были легкими, Аддитивное Производство предоставляет вам множество вариантов для достижения этой цели. Чтобы уменьшить вес ваших деталей, ваши 3D напечатанные детали могут иметь стенки, заполненные решетчатыми структурами.

Хорошие механические свойства

Методами Адаптивного производства, такими как Селективное лазерное плавление и прямое лазерное спекание металлов, печатные части также очень прочные и имеют высокую термостойкость. Металлические 3D-печатные объекты с SLM и DMLS будут иметь лучшие механические свойства, поскольку они производятся при более высокой температуре.

Является ли Metal 3D печать новой промышленной революцией?

Правда, традиционные методы литья металла выгодны, если ваши детали должны быть огромными. Однако, если вам требуется, чтобы изготовленные на заказ и точные детали были полностью функциональными для вашего объекта, 3D-печать - это то, что вам нужно. Аддитивное производство предоставит вам свободу, необходимую для разработки именно той модели, которая вам нужна, обеспечит быстрые результаты и может значительно улучшить вашу производственную систему. Благодаря разнообразию 3D-технологий ваши металлические печатные детали могут быть спроектированы и изготовлены на вашем компьютере.

***

1. Э. Кэнесс, Доступная 3D-печать для науки образования и устойчивого развития) / К. Фонда, М. Дзеннаро. – МЦТФ Абдус Салам, 2013. –194 с.;
2. Uwe Kylau, Kai Goerlich, and Robert Mitchell: How 3D Printing Will Disrupt Manufacturing [Электронный ресурс] // DIGITALISTMAG.COM [Б. м.], 2019. URL: https://www.digitalistmag.com/executive-research/how-3d-printing-will-disrupt-manufacturing/ (дата обращения: 15.05.2019);
3. Using 3D Printing for Metal Casting: Part 1 [Электронный ресурс] // MATTERHACKERS.COM [Б. м.], 2017. URL: https:// www.matterhackers.com/articles/using-3d-printing-for-metal-casting-part-1/ (дата обращения: 17.05.2019);
4. How Can 3D Printing Benefit Metal Casting? Here Are 3 Ways [Электронный ресурс] // AMFG.AI - Additive Manufacturing Workflow Automation Software [Б. м.], 2018. URL: https://amfg.ai/2018/11/15/3d-printing-metal-casting/ (дата обращения: 18.05.2019);
5. 3D принтер по Металлу [Электронный ресурс] // MAKE-3D.RU : это путеводитель по 3d-печати.[Б. м.], 2019. URL: https://make-3d.ru/articles/3d-printer-po-metallu-kak-eto-vozmozhno/ (дата обращения: 27.05.2019).

Полякова М.Д.

Использование интернет-технологий в целях формирования письменных форм коммуникации у бакалавров неязыковых вузов

МГОУ
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-05-2019-41
idsp: ljournal-05-2019-41

Аннотация

Данная статья дает обзор основ применения интернет-технологий с целью организации межкультурной коммуникации у бакалавров неязыковых вузов, проведение общения со студентами из зарубежных стран с помощью различных социальных сетей,

формирования культурной компетентности посредством использования образовательных интернет-ресурсов

Ключевые слова: коммуникативный подход; интернет-технологии; межкультурная коммуникативная компетенция; межкультурная коммуникация.

Abstract

The article reviews the fundamentals of application of internet technologies targeted to formation of intercultural communication of non-linguistic students, carrying out the communication with students from foreign countries with the help of different social networks, the formation of cultural competence by mean of using various educational internet resources.

Keywords: communicative approach; internet technologies; intercultural communicative competence; intercultural communication.

Введение. Современное общество находится на этапе информационного развития, в настоящее время характерно интенсивное взаимодействие различных культур, а также повсеместное использование компьютерной техники, гаджетов, социальных сетей, рост межличностного общения в компьютерно-опосредованной, виртуальной среде. Данный вектор развития общества накладывает определенный отпечаток на систему образования, которая должна выполнять задачу научить студентов получать и расширять знания, используя современные интернет технологии, общаться в виртуальной среде с образовательной и социальной целью.

Актуальность темы нашего исследования объясняется тем, что иностранный язык, в частности английский, стал неотъемлемой частью мирового сознания, знание английского языка раскрывает широкие возможности для молодежи как в социальной, так и в профессиональной сфере, а глобальная сеть Интернет сделала возможной и удобной коммуникацию с людьми из любой точки мира. В результате вышесказанного, межкультурная коммуникация вышла на новый уровень и система образования должна адаптировать свои методы и возможности обучения к уровню развития современного общества.

Цель и задачи. Целью данной работы является выявление наиболее подходящих условий и форм эффективного формирования письменного межкультурного общения учащихся старших классов. Достижение поставленной цели осуществляется при помощи решения следующих задач: на основе анализа психолого-педагогической литературы раскрыть сущность межкультурной компетентности; проанализировать образовательные Интернет-ресурсы, которые могут быть использованы на уроке иностранного языка с целью формирования межкультурной компетенции учащихся; основываясь на полученных результатах анализа Интернет-ресурсов, разработать систему заданий для формирования письменных форм межкультурной коммуникации.

Научная новизна состоит в том, что разработана методика применения ранее не используемых Интернет-технологий, таких как создание блогов для развития письменных форм межкультурного общения на уроках иностранного языка с использованием информационно-коммуникативных технологий, что способствует интенсификации учебного процесса и совершенствованию письменных коммуникативных умений учащихся.

На данный момент высокий уровень компьютеризации современного общества и рост ценности Интернета как средства хранения и передачи информации требует от современного преподавателя иностранного языка внедрения в образовательную практику информационно-коммуникационных технологий. Их использование способствует совершенствованию лингвистической и межкультурной компетенций учащихся, формированию культуры общения в электронной среде, информационной культуры в целом, а также развитию навыков работы на компьютере: поиска, обработки, передачи, систематизации информации и презентации результатов научно-исследовательской деятельности учащихся [3].

Две основные функции интернета – это коммуникативная и информационная. Для осуществления коммуникативной функции используются электронная почта и скайп, публикации блогов, использование социальных сетей, в том числе и образовательных.

Что касается информационной функции, то все мы понимаем, что Интернет является огромным хранилищем разнообразной информации. [2]

Преподавателю необходимо создать модель реального общения, которая побуждает студентов-бакалавров взаимодействовать с иностранными сверстниками, вселить в них уверенности в себе и своих силах для участия в коммуникации. Языковая среда Интернет дает возможность учащимся оказаться в реальных жизненных ситуациях, прочувствовать особенности культуры и менталитета представителя другой страны, научится спонтанно реагировать на их высказывания, понять особенности настоящего, оригинального английского языка, в отличие от стандартного использования языковых формул, которые содержаться в русских учебниках и пособиях по английскому языку [3].

Общение посредством электронных сообщений (e-mailing), даёт учащимся больше времени на анализ письма и продумывание ответа. С помощью электронных сообщений можно хорошо отработать навыки письма на английском языке, как в официальном, так и в неофициальном стиле. Общение по e-mail может происходить как с носителями языка, так и с изучающими его.

На более продвинутом этапе обучения, при наличии у студентов навыков разговорной речи могут использоваться технологии позволяющие общаться «в живую». На сегодняшний день самый распространённый сервис, предоставляющий такую возможность - это «Skype».

Нельзя не отметить, что коммуникация в Интернете может происходить через публикацию блогов. Слово “blog” произошло путем слияния слов web и log - интернет-журнал событий). Популярным сервисом для микроблогинга является «Твиттер» - www.twitter.com. В нем есть возможность опубликовать сообщения на любую тему. Эти короткие сообщения называются «twits». Далее любой человек, может прочитать ваш микроблог и ответить на него или продолжить тему. Данный сервис можно качественно использовать для обучения письму. Публикуя микроблоги, учащиеся могут познакомиться со сверстниками из других стран и далее продолжить общение.

Здесь необходимо, чтобы у учащегося присутствовали такие качества как общительность, контактность, эрудиция, понимание менталитета собеседника, межкультурная осведомленность. Преподавателям необходимо развивать эти качества у студентов во время занятий, снабжать их актуальной литературой на данную тему.

Что касается методической работы, то в обучении письменной речи преподавателю важно определять уровень студентов – начальный или продвинутый - и затем грамотно подбирать контактирующее лицо. Как было сказано ранее, это может быть просто иностранец, также изучающий английский язык, это может быть иностранец, который знает английский язык и параллельно заинтересован в изучении русского языка, и, наконец, это может быть носитель языка. В зависимости от уровня студента подбирается контактирующая сторона [1].

Далее необходимо выбрать тему коммуникации и подготовить студента с лексической точки зрения. Ведь любая коммуникация предусматривает тему для обсуждения. Она выбирается также исходя из лексического уровня студента, она может являться бытовой, социокультурной, профессиональной. На каждом из этих уровней подразумевается лексика разного уровня – разговорная, профессиональная. Здесь преподаватель должен снабдить студента определенными разговорными клише, характерной для стиля коммуникации контактирующей стороны или профессиональной терминологией.

Проведение коммуникации является самостоятельной частью работы, после которой следует этап анализа. Преподаватель помогает студенту выделить особенности грамматики, сленг, разговорные фразы, присущие конкретно оригинальному английскому языку, профессиональную терминологию, особенности построения предложений, обращения, заключительных фраз, сокращения грамматических форм и т.д.

Важно делать акцент на орфографической стороне написанного сообщения. Поскольку при воспроизведении устной речи основную роль играет акцент, произношение и грамотность, то при письменной форме коммуникации на первое место выходят орфография, грамотность, синтаксис, пунктуация, грамотное соблюдения порядка слов в предложении. Преподавателю необходимо побуждать студента

пользоваться электронными словарями, перепроверять самого себя, заранее оговорить основные правила пунктуации, построения предложений, сжатых грамматических форм. Таким образом, мы видим, что письменная коммуникация выполняет различные обучающие функции и является действенным методом в преподавании английского языка.

Заключение. Безусловно, необходимо внедрять новейшие технологии в сферу преподавания английского языка в неязыковых вузах. К нам приходят учится студенты – молодежь «нового формата», поколение «Z». Они выросли в эру цифровых технологий, гаджеты и компьютеры плотно вошли в их жизнь. Данный вид работы подразумевает, в основном, самостоятельную работу учащихся, преподаватель должен уметь правильно их организовать и впоследствии провести со студентами анализ их общения в сети с языковой и межкультурной точек зрения. Практическая работа в сети Интернет также развивает познавательные способности учащихся, их умение структурировать информацию, ориентироваться в большом потоке данных, развивает их познавательную самостоятельность. Все вышеперечисленное, бесспорно, улучшает качество обучения и существенно влияет на развитие современной личности.

***

1. Леонтович О.А. Модернизация содержания и методов иноязычного обучения как приоритетное направление в условиях непрерывного языкового образования. / О.А. Леонтович - Волгоград: Перемена, 2003. – С. 76-80
2. Кунанбаева С.С. Теория и практика современного иноязычного образования. – Алматы, 2010 – 89 с.
3. Сысоев, П.В., Апальков В.Г. Формирование межкультурной компетенции учащихся средствами электронно-почтовой группы. [Электронный ресурс] - www.lib.tsu.ru/mminfo/000349304/.../05-102.pdf (Дата обращения: 19.01.2017)

Прядко А.А., Виноградов Е.Л., Ваганов В.В.

Исследование усиления тона при печатании струйным способом

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

doi: 10.18411/lj-05-2019-42
idsp: ljournal-05-2019-42

Аннотация

В статье рассмотрены два варианта исследования явления растискивания, наблюдаемого при запечатывании бумажных субстратов на струйном принтере. Оба варианта основаны на сканировании субстратов и нанесенных на них модельных изображений. Приведены экспериментальные данные об оптических свойствах изучаемых объектов, включая результаты измерения параметров их неоднородности и усиления тона. Выявлены достоинства и недостатки вариантов сканирования, составлены рекомендации по их применению в целях совершенствования струйной технологии распространения информации.

Ключевые слова: усиление тона, растискивание, струйная печать, оптическое сканирование.

Abstract

The article discusses two options for studying the phenomenon of dot gain which is observed when paper substrates are printed on an inkjet printer. Both variants are based on scanning substrates and model images printed on them. Experimental data of the optical properties of the objects, including the results of measuring the parameters of their inhomogeneity and tone enchancement are presented. The advantages and disadvantages of scanning options were identified, recommendations were made for their use in order to improve the inkjet technology.

Keywords: tone enhancement, dot gain, inkjet printing, optical scanning.

Хотя в настоящее время струйная печать занимает одно из ведущих положений среди технологий широко востребованной оперативной полиграфии, проблема ее

совершенствования по прежнему считается актуальной. При этом следует учитывать, что усиление тона оттисков (или растискивание) как основная причина снижения качества репродуцирования изучено недостаточно. Исследовав механизм этого негативного явления применительно к струйной печати, можно целенаправленно корректировать оригинал-макеты и технологические приемы переноса информации с них на вещественные носители; тем самым, будут найдены приемлемые пути решения указанной проблемы.

Исходя из изложенного, в настоящей работе на различных видах бумаг были напечатаны струйным способом модельные черно-белые штриховые изображения (штрих-карты), которые затем сканировались в целях выявления влияния свойств бумажных субстратов на масштабы растискивания.

Запечатываемые материалы, примененное оборудование, обработка экспериментальных данных

В опытах использовались следующие шесть видов субстратов:

1. бумага фирмы Lamond (Epson) 80 г/м^2;
2. бумага фирмы Lamond (Epson) 120 г/м^2;
3. бумага фирмы Colotech+ 120 г/м^2;
4. бумага фирмы Colotech+ 160 г/м^2;
5. бумага фирмы Lamond (Epson) 180 г/м^2;
6. бумага фирмы Splindergel 300 г/м^2.

На каждый материал с помощью принтера Epson StylusPro 9800 наносились изображения штрих-карт, отличающихся частотой штриховки $1/d$; параметр d (поперечный размер штриха и пробела) изменялся от 1 до 6 пикселей. После этого полученные модельные оттиски сканировались на аппарате Xerox 5325, работающем на отражение.

Характеристики сканов, то есть их ширина a, высота b, средний уровень тона m, стандартное отклонение уровня тона s, средний коэффициент отражения R, коэффициент вариации k, рассчитывались по программе Scilab. Ниже представлен пример расчета характеристик для субстрата фирмы Lamond (Epson) 80 г/м^2.

$m = 131.8$
$s = 116.7$
$a = 608$
$b = 605$
$k = \frac{s}{\sqrt{a \cdot b \cdot m}} = 1.46 \cdot 10^{-3}$
$R = \frac{m}{255} = 0{,}517$

Уровень тона – это характеристика отражательной способности объектов, измеряемая цифровыми приборами типа сканеров и изменяющаяся в отличие от коэффициента отражения не непрерывно, а единичными скачками в пределах от 0 до 255. Коэффициент отражения равен отношению уровня тона к 255; таким образом, точность цифрового измерителя коэффициентов отражения изучаемых образцов составляет $\pm 1/255 \quad (\pm 0{,}004)$.

В наших экспериментах также измерялись методом оптического сканирования средние значения коэффициентов отражения для незапечатанных бумаг $R_б$ и бумаг с нанесенными на них сплошными слоями черной краски (плашек) $R_ч$. Параметр $h = \frac{R_б + R_ч}{2}$ имеет смысл коэффициента отражения света идеальной штрих-картой, напечатанной без усиления тона; чем больше разность $h - R(d)$, тем заметнее несанкционированное закрашивание пробелов (растискивание) [1].

Экспериментальные данные

В таблице 1 просуммированы результаты исследования бумаги фирмы Lamond, характеризуемой массой листа единичной площади (граммажом) 80 г/м^2, и оттисков, напечатанных с ее использованием.

Таблица 1

Экспериментальные данные; запечатываемый материал – бумага фирмы Lamond, 80 г/м^2

d = 1 пк m = 146.4 s = 83.8 ab = N = 603 · 597 k = 9.54 · 10^{-4} R = 0.574	d = 2 пк m = 151.5 s = 86.8 N = 607 · 588 k = 9.59 · 10^{-4} R = 0.594	d = 3 пк m = 155.5 s = 86.6 N = 604 · 586 k = 9.36 · 10^{-4} R = 0.610
d = 4 пк m = 159.8 s = 86.8 N = 607 · 584 k = 9.11 · 10^{-4} R = 0.627	d = 5 пк m = 151.1 s = 91.2 N = 605 · 605 k = 9.98 · 10^{-4} R = 0.593	d = 6 пк m = 155.5 s = 86.6 N = 604 · 586 k = 9.36 · 10^{-4} R = 0.610
Незапечатанная бумага: $R_б$ = 0.992 ; s = 2.6		
Плашка: $R_ч$ = 0.229 ; s = 9.0		
h = 0,611		

Экспериментальная зависимость среднего коэффициента отражения от частоты штриховки тест-карт приведена на рисунке 1. Подобные данные были получены и для всех других субстратов.

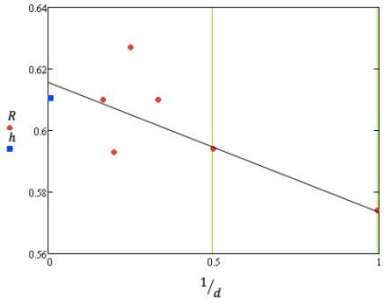


Рисунок 1 – График зависимости $R = f(1/d)$ *для штрих-карт на бумаге Lamond, 80 г/м^2 (ширина штрихов и пробелов d в пикселях)*

Известны два вида усиления тона:

- при реже наблюдаемом пространственном растискивании слабо и равномерно закрашивается вся площадь пробелов, а коэффициент их светоотражения R_x становится несколько меньше $R_б$;

- при растискивании локальном краска как бы перетекает из штрихов в пробелы – тогда задаваемые четкие границы штрих-пробел в зонах шириной (x_1 + x_2) размываются, зоны штрихов вблизи этих границ шириной x_1 светлеют, приграничные зоны пробелов (их поперечные размеры x_2) заметно темнеют.

Теория усиления тона штриховых модельных оттисков позволяет связать величины R, d, $R_б$ с параметрами растискивания пространственного (R_x) и локального (x_1, x_2) [2]. В частности, если $R_x \cong R_б$ (пространственное растискивание отсутствует), $x_1 \cong x_2 = x/2$, $x < d/2$, то

$$R = h - \frac{x}{d}\left[R_б + R_ч - \frac{2(R_б - R_ч)}{\ln(R_б / R_ч)}\right]. \quad (1)$$

Значит, в указанных обстоятельствах теоретическая зависимость $R = f(1/d)$ представляет собой прямую линию, тангенс угла наклона которой к оси абсцисс пропорционален половине ширины зоны размытия границы штрих-пробел *x*, а начальная ордината равна h [1].

Как видно из рисунка 1, экспериментальные точки с некоторым разбросом, более заметным для оттисков, заштрихованных с меньшей частотой, группируются около прямой, которая отсекает на оси ординат отрезок, близкий по длине к h. Таким образом, в данном случае результаты опытов вполне удовлетворительно согласуются с теоретическими представлениями о растискивании, и по формуле (1) можно рассчитать количественную характеристику локального усиления тона *x*. Экспериментальные данные для тест-карт на других субстратах принципиально от данных, показанных на **рис. 1**, не отличаются.

Значения *x* и ширины зоны проявления локального растискивания 2*x*, определенные по результатам всех выполненных нами опытов, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты определения параметров локального растискивания по данным оптического сканирования штрих-карт

№ бумаги	1	2	3	4	5	6
x (мкм)	51	27	41	81	5.5	60
2x (мкм)	102	54	82	162	11	120

Использованный в нашей работе компьютеризованный метод сканирования дает возможность показать практически скачкообразное изменение светоотражения объекта при пересечении границы штрих-пробел (см. рисунок 2). Для этого требуется:

- просканировать изображение прямоугольной фигуры, плотно закрашенной наполовину, по строке, перпендикулярной границе между сплошным красочным слоем и незакрашенной частью прямоугольника;
- в программе Scilab получить оптическую профилограмму скана, то есть координатную зависимость уровня тона от номера освещенного локуса;
- вывести профилограмму на экран монитора [3].

Типичная оптическая профилограмма показана на рисунке 2.

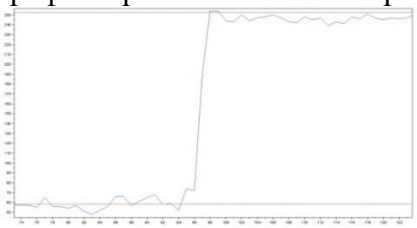


Рисунок 2 – Пример оптической профилограммы; бумага фирмы Lamond, 80 г/м², строка скана трехсотая

Рисунок 2 убедительно демонстрирует неоднородность и бумажного субстрата, и – особенно – сплошного слоя краски, нанесенного на бумагу. Видно, что уровень тона окрашенной поверхности сканируемого образца m_u изменяется на десятки единиц при переходе от одного освещаемого локуса к другому, в то время как точность светочувствительного измерительного прибора (сканера) составляет только ± 1. В таких обстоятельствах по полученным нами оптическим профилограммам можно лишь приближенно оценивать поперечные размеры зон размывания границ между закрашенными и незакрашенными участками исследуемых объектов $(x_1 + + x_2) \cong 2x$. Итоги таких оценок просуммированы в таблице 3.

Таблица 3

Результаты анализа профилограмм

№ бумаги	x1, пк	x2, пк	x1 + x2, пк	2xср, пк	2xср, мкм
1	1	1.5	2.5	2.3	100
	1.5	1	2.5		
	0.5	1.5	2		
2	0.5	1	1.5	1.7	72
	0.5	1.5	2		
	0.5	1	1.5		

3	1	1.5	2.5	2.3	100
	1	1	2		
	1	1.5	2.5		
4	1	2	3	2.5	110
	1	1	2		
	1	1.5	2.5		
5	0.5	1	1.5	1.5	64
	0.5	1	1.5		
	0.5	1	1.5		
6	1	1	2	2.5	110
	1	1.5	2.5		
	2	1	3		

Выводы

1. Результаты применения компьютеризованного метода сканирования для изучения отражательной способности модельных оттисков подтверждают адекватность теории увеличения тона репродукций (растискивания) за счет несанкционированного закрашивания пробелов.

2. Сканирование запечатываемых материалов, нанесенных на них сплошных слоев краски и штрих-карт дает возможность количественно охарактеризовать масштабы пространственного и локального растискивания. При этом метод сканирования по сравнению с рефлектометрией оказывается более информативным – он позволяет измерять не только усредненные показатели отражения света изучаемыми объектами, но также и параметры их оптической неоднородности. К тому же, метод сканирования привлекательнее с точки зрения внедрения в производство.

3. Вариант полного сканирования объектов по их площадям более трудоемок и более точен, чем вариант сканирования по строке с пересечением границы запечатанных и незапечатанных участков субстрата. Достоинства второго варианта сканирования – его экспрессность и наглядность результатов; именно его следует рекомендовать полиграфистам -практикам. Данные о качестве запечатывания бумаг, полученные двумя вариантами сканирования коррелируют.

4. При заметном разнообразии в граммаже использованные бумажные субстраты запечатываются струйным способом без принципиальных различий: во всех случаях пространственное растискивание незаметно, а ширина зоны размытия границ между печатными и пробельными элементами варьирует в интервале 10-160 мкм. Печатание на бумаге №5 характеризуется наиболее высоким качеством, к худшим результатам приводит использование бумаги №4.

***

1. Борисенко Е. А., Виноградов Е. Л., Спирина И. В. Исследование механизмов физического растискивания. Часть II. Экспериментальное изучение оптических свойств штриховых тест-карт. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела, 2008, №4, с. 3-7;
2. Борисенко Е. А., Виноградов Е. Л., Мартыненко С. В. Исследование механизмов физического растискивания. Часть I. Теория. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела, 2008, №3, с. 16-24;
3. Виноградов Е. Л., Лесник Ф. М., Мансуров А. С. Оптическое сканирование запечатываемых материалов и полиграфических продуктов. // American Scientific Journal, 2017, №3 (11), p. 8-10.

Тащилин Л.Н.

Трение в винтовой кинематической паре

(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-05-2019-43
idsp: ljournal-05-2019-43

Аннотация

Статья посвящена исследованию трения в винтовых кинематических парах. На примере винтового конвейера представлена конструктивная схема рабочего органа механизма, также с целью уменьшения трения предложено использовать

антифрикционные втулки. Кроме того, в статье уточнен метод определения сводного коэффициента трения, который имеет теоретическое и практическое значение и дает новое представление о закономерностях трения между телами с криволинейными рабочими поверхностями.

Ключевые слова: трение, кинематическая пара, коэффициент, втулки, рабочие поверхности, надежность.

Abstract

The article is devoted to the study of friction in screw kinematic pairs. On the example of a screw conveyor, a constructive scheme of the working body of the mechanism is presented, and in order to reduce friction, it is proposed to use antifriction sleeves. In addition, the article clarifies the method of determining the composite coefficient of friction, which has theoretical and practical significance and gives a new picture of the laws of friction between bodies with curvilinear working surfaces.

Keywords: friction, kinematic pair, coefficient, bushings, working surfaces, reliability.

Определение надежности механических систем современных конструкций приводов требует одновременного рассмотрения работы всех звеньев, учета воздействий внешних и внутренних факторов, с использованием аналитического метода прогнозирования износа в кинематических парах и формированием на этой основе аналитического аппарата оценки надежности систем [1].

Вопросы износа являются центральными в общей проблеме трения. Каждый новый шаг по развитию машин, механизмов и приборов связан с изучением явлений, происходящих на контакте сопряженных деталей, с учетом прочности поверхности и их разрушения. Необходимость исследования износостойкости деталей машин обусловлена и экономическим фактором. Одной из главных причин отказов является собственно износ подвижных сопряжений машин. Потери в машиностроении высокоразвитых государств вследствие износа и трения достигают 11% национального дохода [2].

Сегодня используются различные способы повышения износостойкости и долговечности деталей машин. Ведущая роль в создании долговечных и надежных конструкций механизмов принадлежит конструкторам и технологам, которые на всех этапах их создания (конструирование, изготовление, улучшение) непосредственно влияют на технические характеристики машин и работоспособность их отдельных узлов и деталей.

Особую актуальность вопрос трения в настоящее время приобретает для винтовых пар, поскольку они нашли свое широкое распространение в самых различных механизмах и машинах. Винтовые пары довольно часто применяются в крепежных резьбовых соединениях (крепежные болты), в токарных станках (ходовые винты), в домкратах, прессах и т.д. Так, например, удельный вес винтовых конвейеров в погрузочно-разгрузочных работах подавляющего большинства сельскохозяйственных, дорожных, строительных, перерабатывающих и других машин составляет около 40-45% [3].

В то же время нерешенной остается проблема, заключающаяся в создании и обосновании конструктивных, технологических и кинематических параметров гибких винтовых рабочих органов, обеспечивающих высокие эксплуатационные и ресурсные показатели механизмов при низкой материалоемкости рабочего устройства, обеспечивающего снижение энергозатрат на транспортировку.

Для повышения надежности выполнения технологических процессов, при разработке и исследовании рабочих органов, необходимо учитывать: секционный метод изготовления комплектующих (для устранения знакопеременных циклических нагрузок), увеличение площади контакта между узлами передачи крутящего момента, что позволит уменьшить внутренние напряжения, также следует минимизировать усилия в парах трения за счет увеличения плеча передачи крутящего момента; при работе в абразивных средах целесообразно использовать пару трения пластмасса-металл.

Таким образом, указанные обстоятельства обуславливают актуальность исследований по уменьшению трения в винтовой кинематической паре, что даст

возможность сократить потери энергии, а также обеспечит высокую редукцию винтовой передачи.

В настоящее время проблемами обеспечения допустимого уровня контактных напряжений в парах трения, недопущения их интенсивного износа, удешевления изготовления рабочих органов занимаются такие ученые как Ф. Г. Ванкель, Г. Хюттлин, П. Хофбауэр, В. А. Грачев, Ю. А. Долматовский и др.

Разработке направлений решения вопросов устойчивости винтовых спиралей при работе технологических магистралей на малых радиусах кривизны посвящены труды Кожевникова С., Перфильева П., Чудакова Е., Вахламова В. и др.

Вместе с тем, анализ литературных источников и патентной информации показывает, что многие аспекты, касающиеся уменьшения трения в винтовых кинематических парах, остаются открытым, даже в отношении классификации предохранительных фрикционных муфт нет единого мнения.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, цель статьи состоит в обобщении и дополнении имеющейся информации по совершенствованию конструктивной схемы рабочего органа механизма с винтовой парой с целью повышения его долговечности, а также в разработке предложений, касающихся уточнения методики прогнозирования износа.

На основе принципиальной схемы секционного шарнирного вала рассмотрим конструкцию рабочего органа гибкого винтового конвейера с автономным упругим шариковым зацеплением шарнирных секций (рис. 1).

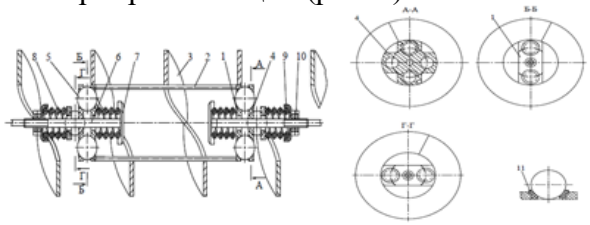


Рис. 1 Конструктивная схема рабочего органа винтового конвейера

Представленный на рис. 1 конвейер, содержит секции спиралей, торцевые поверхности которых шарнирно взаимосвязаны между собой. Каждая секция выполнена в виде пары торцевых шайб 1, соединенных прутьями 2, к которым жестко закреплено винтовое ребро 3. Между соседними секциями установлена промежуточная шайба 4, в которой выполнено четыре отверстия, равномерно расположенных в окружном направлении. В торцевых шайбах диаметрально противоположно выполнены два отверстия с шариками 5, которые с другой стороны установлены в паре отверстий промежуточных шайб, причем линии, соединяющие центры отверстий соседних торцевых шайб, расположены взаимно перпендикулярно. Секции винтовых спиралей зажаты между собой автономным упругим механизмом, который выполнен в виде центрального стержня 6 с фланцем 7. Стержень установлен в центральном отверстии промежуточной шайбы, а с внутренней стороны соседних торцевых шайб расположены пружины 1, величина деформации которых регулируется нажимной шайбой 9 и гайками 10. Торцевые шайбы установлены с зазором по отношению к центральному стержню. Как вариант, между отверстиями промежуточной шайбы и отверстиями торцевых шайб могут устанавливаться ступенчатые антифрикционные втулки.

Наличие упругих механизмов сжатия шариковых зацеплений исключает возможность появления люфтов в процессе приработки пар трения, что обеспечивает плавность передачи крутящего момента и соответственно повышение долговечности рабочего органа [4].

Установлено, что на малых радиусах кривизны сила трения между поверхностью рабочего органа и поверхностью кожуха является доминирующей, а значение объемной плотности материала не имеет существенного влияния на энергосиловые параметры процесса транспортировки. Также доказано, что при уменьшении радиуса кривизны транспортировки до величин, не превышающих 240 ... 220 мм, силы трения приобретают критические значения, что приводит к буксировке узлов привода.

Наиболее приемлемым способом уменьшения трения является применение антифрикционных втулок, изготовленных из полиамидов, армированных стеклянным волокном. Такая схема зацепления является наиболее приемлемой с точки зрения минимизации контактных напряжений, а пары трения металл - пластмасса эффективно работают в абразивных средах.

При проектировании винтовых конвейеров с упругими валами исходными данными является производительность, параметры зоны обслуживания, а именно, длина конвейера L, коэффициент технологической гибкости $k_T = L/R_{min}$, характеристики транспортируемого материала (коэффициент внешнего трения μ, угол внутреннего трения $\varphi_{вн}$, зернистость a и высота H подъема груза).

Критерием оптимизации при проектировании целесообразно выбрать массу или объем упругого рабочего органа единичной длины, минимизация которого приводит к уменьшению себестоимости конвейера, а также уменьшение повреждения транспортируемого материала, повышение производительности и расширение сферы применения гибких конвейеров, поскольку масса подвижного рабочего органа является основным параметром, который ограничивает увеличение диаметра гибких винтовых конвейеров.

Для стабильной работы приводного вала конвейера необходимо, чтобы в момент динамических нагрузок сумма углов смещения элементов α и вхождения шарика φ была меньше угла трения, то есть $\alpha+\varphi\leq\varphi_T$. Соответствующее условие примет следующий вид:

$$H-2\mu r-\frac{2}{R_{\min}}(B+H)r\leq 0$$

где μ - коэффициент трения между шариком и лункой.

В основу прогнозирования износа в кинематических парах положим гипотезу фрикционной усталости, считая, что: имеет место постоянство фрикционных характеристик соединений, при условии стабильной внешней среды (стационарный режим); номинальное давление и скорость скольжения равномерно распределены по поверхности трения; в зоне контакта не возникает температурных изменений и имеет место равномерное температурное поле; на поверхности трения отсутствуют заусенцы и явления кавитации; кинематические пары находятся вне агрессивной среды.

В процессе изнашивания взаимодействие тела, которое стирается, и контртела в кинематической паре носит дискретный характер [5], соприкосновения отдельных участков в сумме образуют фактическую площадь контакта. При этом шероховатые поверхности погружаются одна в другую и разрушаются под воздействием нормальной нагрузки. На фактической площади контакта возникают деформации и соответствующие напряжения. В зависимости от распространения износа, фрикционные соединения принято делить на [6]: соединения, в которых рассматривается изнашивание обоих звеньев; соединения, где исследуется изнашивание только одного звена.

Поскольку в рамках проводимого исследования анализируется изнашивание в кинематических парах механической части привода, в дальнейшем будем рассматривать изнашивание в соединениях первой категории. Изучая усталостное изнашивание, представляется целесообразным придерживаться метода жесткого изнашивания, считая, что в любой момент его протекания в кинематической паре контакт поверхностей трения не нарушается.

Известно, что иногда для расчета износа соединений первой категории применяется и метод мягкого изнашивания [7]. Однако считаем, что его использование не является рациональным, по причине необходимости решения контактной задачи теории упругости с переменными во времени начальными условиями. Построение репрезентативной оценки надежности механической части привода предусматривает формирование соответствующей математической модели изнашивания в кинематических парах. Практика эксплуатации современных конструкций приводов доказывает, что элементы кинематических пар их звеньев не выдерживают сверхвысоких динамических нагрузок и существенных тепловых воздействий, в результате чего подвержены усталостному изнашиванию [8].

Величину износа будем определять в направлении осевой движущей силы спирального винта. Определим это направление единичным вектором $\vec{l}$. Свяжем вектор $\vec{l}$ системой координат (будем считать ее абсолютной $\vec{l}$ {1,0,0}, в которой будем вести пересчет всех векторов, направив ось *OX* вдоль вектора $\vec{l}$. Обозначим через $\vec{\delta}_k(T,q)$ вектор накопленного за время *T* износа в *k* - ой кинематической паре, выраженный в абсолютной системе координат. Этот вектор представим также функцией от обобщенных координат $\vec{q}_i$ в относительной системе координат, связанной с *k*-ой кинематической парой. Для вращательной кинематической пары выделим плоскость, по которой проходят векторы угловой скорости $\vec{\omega}$ и $\vec{l}$, обозначив $\vec{\delta}^{\pm}{}_k(T,q_i)$ износ в *k*-й кинематической паре в направлении нормали к поверхности вала, расположенной в указанной плоскости (см. рис. 2).

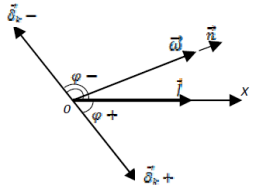


Рис. 2 Схема износа во вращательной кинематической паре

Вектор $\vec{\delta}^{+}{}_k(T,q_i)$ образует острый угол φ^{+} с вектором $\vec{l}$, а вектор $\vec{\delta}^{-}{}_k(T,q_i)$ - тупой угол ; $\varphi^{-}=\pi-\varphi^{+}$ (см. рис. 3).

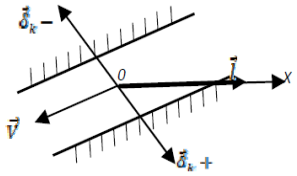


Рис. 3 Схема износа в поступательной кинематической паре

Для поступательной кинематической пары через $\vec{\delta}^{+}{}_k(T,q_i)$ обозначим вектор износа одной из поверхностей, которая образует острый угол с вектором $\vec{l}$, а через $\vec{\delta}^{-}{}_k(T,q_i)$ вектор износа второй поверхности, образующей тупой угол с вектором $\vec{l}$. Осуществим преобразования векторов $\vec{\delta}^{\pm}{}_k$, выраженных в *k*-й системе координат, в некую «абсолютную» систему, связанную со стойкой.

Оси координат данной системы согласуем с направлением одиночного вектора $\vec{l}$. Нумерацию относительных систем и кинематических пар, с которыми эти системы связаны, будем вести последовательно от абсолютной системы.

Введем расширенный вектор положения:

$\vec{q}^{\,i}=\begin{Vmatrix}\vec{q}^{\,i^*}\\1\end{Vmatrix}$, где $\vec{q}^{\,i^*}=\begin{Vmatrix}x^i\\y^i\\z^i\end{Vmatrix}$ - вектор положения в каждой относительной системе координат.

Пусть *i*-я система координат получена из (*i-1*)-го вращения вокруг начала координат, с последующим смещением начала координат на вектор: $\vec{\beta}_i = \left\| \beta_1^i, \beta_2^i, \beta_3^i \right\|$.

Вращение может быть полностью описано матрицей вращения:

$$\Pi_k = \left\| \alpha_{ij}^i \right\|_k^3, \quad j=1$$

где, $\alpha_{ij}^i = \left(\vec{e}_i^i \cdot \vec{e}_i^i - 1\right) = \cos\left(\vec{e}_i^i \cdot \vec{e}_i^i - 1\right)$

Связь между расширенными векторами положений в *i*-й и (*i*-1)-й системах координат может быть представлена в виде $\vec{q}^i = A_i \vec{q}^{i-1}$, где A_i - блочная матрица:

$$A_i = \geq \left\| \begin{matrix} \Pi_i & B_i^T \\ 0 & 1 \end{matrix} \right\| = \left\| \begin{matrix} \alpha_{11}^i & \alpha_{12}^i & \alpha_{13}^i & \beta_1^i \\ \alpha_{21}^i & \alpha_{22}^i & \alpha_{23}^i & \beta_2^i \\ \alpha_{31}^i & \alpha_{32}^i & \alpha_{33}^i & \beta_3^i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \right\|$$

Обратная связь также имеет место: $\vec{r}^{i-1} = A_i^{-1} \vec{r}_i^{\,i}$. Итак, вектор износа в *k*-й кинематической паре, выраженный в *i*-й системе координат: $\vec{\delta}_k^i = \vec{r}_1^i - \vec{r}_2^i = \left\| \vec{\delta}_{1k}^{i-1}, \delta_{2k}^i, \delta_{3k}^i, 0 \right\|$ может быть пересчитан в (*i*-1) систему координат, согласно зависимости $\vec{\delta}_k^{\,i-1} = A_i^{-1} \vec{\delta}_k^{\,i-1}$, а затем последовательно в абсолютную систему координат $\vec{\delta}_k = A_1^{-1} \cdot A_2^{-1} \cdot \ldots A_i^{-1} \vec{\delta}_k^{\,i-1}$. Обозначив $T_i = A_1^{-1} \cdot A_2^{-1} \cdot \ldots A_i^{-1}$, получаем: $\vec{\delta}_k = T_i \, \vec{\delta}_k^{\,i-1}$. Перемещение в кинематической цепи механической части привода, обусловленное износом в каждой кинематической паре $X_{U_k}^{\mp}$, обозначим «+» в случае когда они совпадают с направлением $\vec{l}$, і «-» когда они имеют противоположное направление.

Исходя из специального выбора расположения абсолютной системы координат, элементарные перемещения в *k*-й кинематической паре $X_{U_k}^{\mp}$ совпадают с первой координатой векторов $\vec{\delta}_k^{\,\mp} = (T_i, q_i)$. Тогда: $X_{U_k}^{\mp} = Пр_l \vec{\delta}_k^{\,\mp} = Пр_{ox} \vec{\delta}_k^{\,\mp}$; где $Пр_l \vec{\delta}_k^{\,\mp}$ проекция вектора $\vec{\delta}_k^{\,\mp}$ на ось $\vec{l}$; $Пр_{ox} \vec{\delta}_k^{\,\mp}$ - проекция вектора $\vec{\delta}_k^{\,\mp}$ на ось $\vec{X}$.

Суммарные перемещения в кинематической цепи можно представить суммой элементарных перемещений $X_{\Sigma}^{\mp} = \sum X_{U_k}^{\mp}$. Будем считать, что $X_{\Sigma}^{\mp}$ является максимально возможным перемещением, вызванным усталостным износом в кинематических парах, исходя из отсутствия учета возможной взаимной частичной компенсации перемещений в кинематической цепи.

Итак, представленная модель позволяет получить репрезентативную оценку точности положения выходного звена механической части электропередачи; сформулировать выводы по результатам решения контактной задачи теории упругости для определения номинального давления в зоне контакта звеньев; ввести линейную интегральную интенсивность изнашивания оценки величины износа в кинематической цепи.

Таким образом, подводя итоги, следует отметить, что сегодня с трением и износом деталей связана одна из наиболее острых проблем современности - повышение надежности и долговечности машин и механизмов, которая определяется в основном сохранением размеров их динамических элементов, качеством и прочностью поверхностей сопряжений. Подавляющее большинство выходов из строя подвижных деталей машин и механизмов (от 80 до 90%) происходит в результате разрушения поверхностей трения.

В процессе исследования рассматривалось трение в винтовой кинематической паре. С этой целью была представлена конструктивная схема рабочего органа винтового конвейера, а также предложено использовать антифрикционные втулки для уменьшения трения и износа. Также уточнен метод определения сводного коэффициента трения, который имеет теоретическое и практическое значение, и позволяет получить новое представление о закономерностях трения между телами с криволинейными рабочими поверхностями.

***

1. Мигранов М.Ш. Износостойкость узлов трения винтового компрессора // Сборка в машиностроении, приборостроении. - 2018. - №10. - С. 464-468.
2. Филатов А.А. Конструкционные особенности и методика расчета рабочих параметров анкерных устройств нового типа // Территория Нефтегаз. - 2018. - №11. - С. 78-81.
2. Манжосов В.К., Самсонов А.А. Анализ движения винтового механизма как аналога клинового механизма // Вестник Ульяновского государственного технического университета. - 2018. - №2(82). - С. 23-26.
3. Нигматуллин Р.Г. Повышение эффективности работы винтового компрессора на основе исследования внешних факторов, влияющих на износ узлов трения // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. - 2017. - №6. - С. 43-48.
4. Мигранов М.Ш. Исследование внешних факторов влияющих на износ узлов трения винтового компрессора // Трение и износ. - 2017. - №6. - С. 556-561.
5. Бородина М.Б. Влияние трения в кинематических парах гидромеханической муфты с дифференциальным передаточным механизмом на динамику её работы // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2016. - №4(52). - С. 75-82.
6. Гончаревич И.Ф. Совершенствование оборудования и процессов вибрационного перемещения грузов // Подъемно-транспортное дело. - 2016. - №4-5. - С. 2-4.
7. Кузиев Д.А. Исследование параметров нагружения приводов шнековых исполнительных органов очистного комбайна // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2017. - №2. - С. 93-101.

Yarkov I.S., Yarkova E.A.

Modeling ways to place selenodetic points for launching an orbital lunar block

Joint-stock company «Academician M.F. Reshetnev «Information satellite system»
(Russia, Krasnoyarsk)

doi: 10.18411/lj-05-2019-44
idsp: ljournal-05-2019-44

Аннотация

На основе моделирования компоновки селенодезического спутника (СДС) и селенодезических пунктов (СДП) под головным обтекателем, определены способы размещения СДС и множества СДП, их весовая составляющая и возможность доставки на поверхность Луны.

Ключевые слова: селенодезический спутник, селенодезический пункт, селенодезическая сеть, лунный блок

Abstract

Based on the simulation of the layout of the selenodetic satellite (SDS) and selenodetic points (SDP) under the head fairing, the methods for placing the SDS and the set of SDP, their weight component and the possibility of delivery to the Moon's surface are determined.

Keywords: selenodetic satellite, selenodetic point, selenodetic network, lunar block

In the near future, the space powers prioritize the exploration of the moon. For these purposes it is necessary, first of all, to create a selenodetic coordinate system for the movement of consumers, both on its surface and in the near-moon space.

The task of creating a triangulation selenodetic network of points includes the following stages: the development of a selenodetic satellite (SDS) and equipment of the selenodetic point (SDP); production and delivery to the near-moon orbit of the SDS and several SDP, alternate soft landing of each SDP at a given point on the lunar surface, organization of selenodetic binding of the SDP in the lunar coordinate system [1,2].

The principle of deployment of the selenodetic network of points depends on the means of removal used. The energy capabilities of modern means of removing the middle class are sufficient for the joint delivery (as part of an orbital block) of one selenodetic satellite and several SDPs to the circumlunar orbit [3].

Selenodetic network should contain 9-12 selenodetic points. Consider the option of delivery at the same time using the carrier rocket in the complete set of all SDP and selenodetic satellite.

If the orbital lunar block is to be removed using the “Soyuz-2.1B” with the “Fregat” and head fairing (HF) 14S737, then the maximum mass of the block is no more than 1385 kg.

Table 1.

Analysis of the total cost of the mass of the payload zone for 9 SDP and SDS

№	Name	Quantity	Weight, kg	Total kg
1	Separation device	1	69	69
2	Selenodetic satellite	1	234	234
3	Power Structure (Farm)	1	19	19
4	Selenodetic point	9	103	927
5	Reserve mass		136	1249

Thus, from table 1, the reserve mass of the payload zone: 1385- 69-234-19-927=136 кг.

Table 2.

Analysis of the total cost of the mass of the payload zone for 12 SDP and SDS

№	Name	Quantity	Weight, kg	Total kg
1	Separation device	1	69	69
2	Selenodetic satellite	1	234	234
3	Power Structure (Farm)	1	19	19
4	Selenodetic point	12	65	780
5	Reserve mass		283	1102

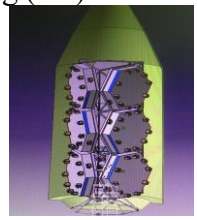
Thus, from table 2, the reserve mass of the payload zone: 1385- 69-234-19-780=283 кг.

The number of modules SDP (n), simultaneously displayed in the orbital lunar block is determined by the residual principle:

$m_СДС+n \cdot m_СДП+\Delta m \leq m_ОЛБ$

where m_СДС is the mass of the selenodetic satellite; m_СДП– mass of selenodetic point; Δm is the reserve mass; m_ ОЛБ - mass of the orbital lunar block.

With the help of the Catia software, the SDS and 9 or 12 SDP layouts were modeled on the power structure under the head fairing (HF) 14C737.



Layout Model 9 SDP + SDS under HF 14C737

Layout Model 12 SDP + SDS under HF 14C737

Thus, we have modeled the SDS and SDP layout under the head fairing, determined the optimal placement of the SDS and the set of SDP on the power structure, and calculated their weight components for the possible implementation of the delivery to the lunar surface.

***

1. Chebotarev V.E., Kudymov V.I., Zvonar' V.D., Vnukov A.A., Vladimirov A.V. Kontseptsiya okololunnoy navigatsii (Circumlunar navigation) // Issledovaniya naukograda. 2014. № 4(10). Pp. 14-20. (In Russ.)
2. Chebotarev V. E., Shmakov D. N., Anzhina V.A. Kontseptsiya lunnoy sistemy sputnikovoy svyazi (The concept of lunar satellite communication) // Issledovaniya naukograda. 2014. № 1(7). Pp. 26-31. (In Russ.)
3. Chebotarev V.E., Zvonar' V.D., Gritsan O.B., Vnukov A.A. Kontseptsiya postroeniya triangulyatsionnoy selenodezicheskoy seti (Concept of triangulation selenodesy network design) // Issledovaniya naukograda. 2014. № 2(8). Pp. 15-21. (In Russ.)
4. Melekhina Yu.N. Osvoenie kosmicheskogo prostranstva (Space exploration) // Molodezh'. Obshchestvo. Sovremennaya nauka, tekhnika i innovatsiya. 2010. Pp. 61-62.

Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№50, 05.2019

Май 2019 г.
Часть 2

SPLN 001-000001-0455-LJ

Подписано в печать 06.08.2019. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.4,14
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович