

УДК 621.71.027

В.Г. Хромов, профессор, д-р техн. наук,**М.В. Хромова, магистрант***Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МНОГОПРОВОЛОЧНЫХ ВИТЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Приведены результаты одного из этапов работ по созданию оригинальной версии электронного справочника для анализа и синтеза конструкции многопроволочных витых изделий.

Ключевые слова: многопроволочные витые изделия, методы проектирования, компьютерные технологии расчета.

Методы проектирования многопроволочных витых изделий являются одним из важных инструментов эффективной работы широкого круга инженерно-технических работников, связанных с производством и эксплуатацией стальных канатов, кабелей и металлокорда. Разработка и совершенствование компьютерных технологий проектирования в указанной сфере, как и во многих других областях, остается одной из актуальных задач.

Целью работы является создание новой версии прикладной программы для проектирования геометрической структуры витых изделий из металлической круглой проволоки.

Многопроволочное витое изделие (стальной канат, кабель и др.) представляет собой сложный технический объект, состоящий из множества взаимодействующих между собой спиралевидных стержней, навитых вокруг прямолинейного сердечника (рисунок 1).

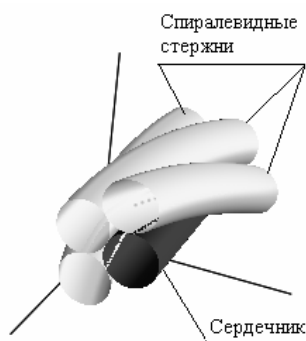


Рисунок 1 – Внешний вид витого изделия

Уровень знаний, применяемые методы и средства проектирования в области механики витых изделий тесно связаны с общими тенденциями развития промышленных и информационных технологий. На протяжении прошлого столетия усилия многих ученых и инженеров были направлены на создание базовых математических моделей и необходимых для практики методик выполнения проектировочных расчетов. Необходимо отметить, что все задачи и математические модели, касающиеся геометрии стальных канатов, уже на ранней стадии формировались в достаточно общем виде с использованием методов аналитической геометрии [1]. При этом большинство задач в такой постановке невозможно было решить

ручным способом, вводились упрощающие гипотезы, а для анализа структуры витых изделий применялись методы начертательной геометрии и графики [1, 2].

На этой основе разрабатывались первые промышленные каталоги и стандарты для производства стальных канатов.

Ситуация кардинально изменилась с появлением компьютеров. Были начаты работы по созданию специальных программ для численного анализа и синтеза геометрической структуры канатов. Это позволило существенно повысить точность расчетов и наметить дополнительные направления работ по совершенствованию конструкции витых изделий. Например, было показано, что известные на тот момент рекомендации по выбору диаметра проволок в действующих технических условиях и стандартах во многих случаях ошибочны и их использование приводит к появлению скрытых дефектов геометрической структуры, которые снижают прочность и долговечность стальных канатов [3]. В последующие годы разработчики перешли к использованию компьютерных средств визуального анализа, когда на экране монитора можно видеть многократно увеличенное поперечное сечение проектируемого каната («виртуальный микроскоп»). Благодаря внедрению принципа визуализации численных расчетов расширяется сфера возможного применения новых программ. Такие программные продукты могут использовать не только узкие специалисты для выполнения исследовательских работ, но и технический персонал заводов при решении оперативных производственных задач [4,5]. Вместе с тем все программы первого поколения, написанные в операционной среде MS-DOS, имели весьма ограниченные ресурсы по объему, возможным процедурам обработки и системного накопления информации.

Кафедра технической механики Севастопольского национального технического университета является одним из разработчиков математических моделей и компьютерных технологий для проектирования многопроволочных витых изделий. На протяжении последних десяти лет здесь планомерно ставились и решались следующие задачи:

– системное изучение и развитие математических моделей для синтеза оптимальной конструкции витых изделий с привлечением аналитической геометрии, теории взаимозаменяемости и компьютерных технологий [5 – 7];

– адаптация прикладных программ к современным операционным средам семейства – Windows;
– разработка современного интерфейса с использованием визуальных средств обработки и анализа информации.

В ходе собственных исследований и совместных работ с промышленными предприятиями появилась идея создания двух видов электронного справочника стальных канатов:

1) пассивный справочник, в котором содержится цифровая информация и графический портрет поперечного сечения для известных промышленных типов стальных канатов;

2) активный справочник (справочник-конструктор), в котором любая электронная страница, кроме обычной информации, содержит рекомендации по выбору рациональных диаметров проволок, а также встроенные процедуры для изменения исходных данных, выполнения расчетов и обновления графического «портрета» поперечного сечения.

На рисунке 2 показан один из вариантов построения структуры электронного справочника. В данном случае он представляет собой ряд вложенных друг в друга папок, текстовых и программных файлов.

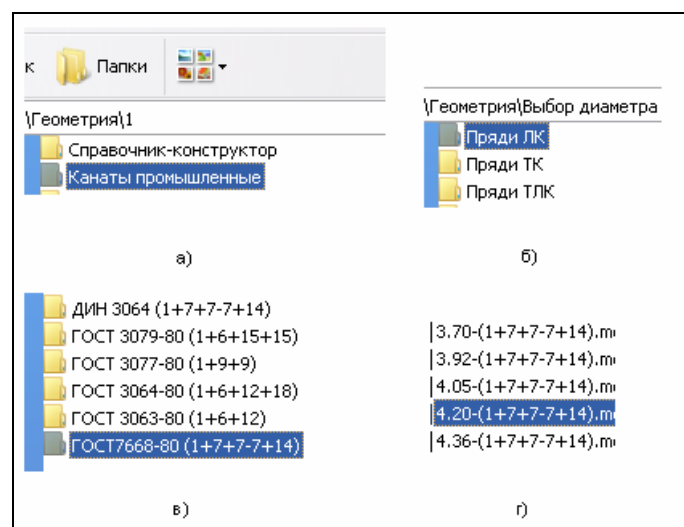


Рисунок 2 – Пример структуры электронного справочника

На первом этапе работ основное внимание было уделено созданию комплекса электронных страниц, содержащих информацию о геометрических параметрах, а также увеличенный графический «портрет» поперечного сечения проектируемого витого изделия. С этой целью использованы наиболее общие математические модели, описывающие пространственную структуру витого изделия (рисунок 1) и геометрию его поперечного сечения [1, 3, 6, 7]. Пример электронной страницы пассивного справочника показан на рисунке 3: анализируется прядь для каната диаметром 13,5 мм по ГОСТ 7668. В данном случае при открытии страницы все геометрические параметры изделия (показаны в верхней части страницы) вводятся автоматически из предварительно созданной базы данных, и осуществляется построение графического «портрета». Учитывая симметрию круглого изделия, на экране монитора достаточно построить только четверть его поперечного сечения.

Визуальный анализ электронной страницы в приведенном примере позволяет выявить три дефекта изделия: отрицательные зазоры (переполнение) между проволоками 3-го и 4-го слоев, между проволоками в слое 5, а также положительный зазор между проволоками 3-го и 5-го слоев.

На рисунке 4 показан пример электронной страницы для аналогичной пряди согласно зарубежному стандарту DIN 3064. Видно, что по сравнению с предыдущим случаем, диаметры проволок выбраны более рационально. Однако конструкция не является идеальной, так как имеется дефект в виде отрицательного зазора в слое 2.

Второй этап работ был посвящен разработке электронных страниц для активного справочника. Они позволяют не только анализировать, но и произвольно изменять геометрические параметры, автоматически обновлять цифровую и графическую информацию. В качестве примера на рисунке 5 показана структура выбранной по каталогу стандартной пряди конструкции (1+9+9) для каната по ГОСТ 3077. Видно, что в наружном слое пряди есть дефект в виде переполнения (отрицательный зазор). В верхней части страницы имеется обращение к проектировщику с предложением проанализировать и, при необходимости, обновить цифровую и графическую информацию.

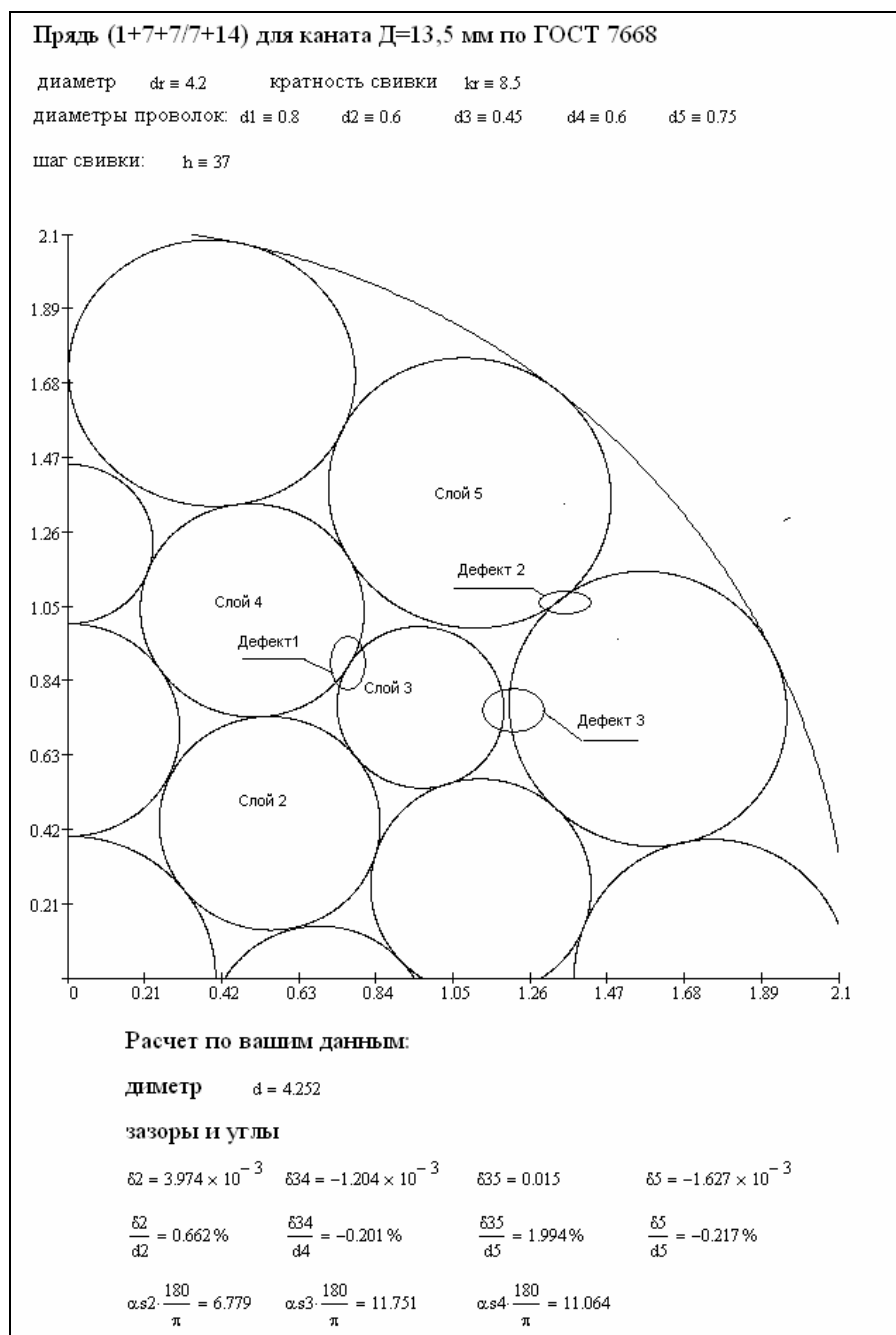


Рисунок 3 – Пример пассивной электронной страницы с информацией о пряди конструкции (1+7+7/7+14) для стального каната по ГОСТ 7668

После ввода новых значений исходных данных выполняется пересчет и повторное графическое построение. Обновленное состояние предыдущей электронной страницы для исследуемой пряди показано на рисунке 6 (переполнение в наружном слое устранено).

Вывод. Разработанная версия программного обеспечения в виде пакета электронных страниц с цифровой и графической информацией открывает дополнительные возможности для развития методики проектирования многопроволочных витых изделий. Полученные результаты планируется использовать при создании электронного справочника стальных канатов, что и является предметом дальнейших исследований в данном направлении. Подобный справочник может представлять интерес не только для инженерно-технического персонала канатных заводов, но и предприятий-потребителей для формировании обоснованных требований и заказов на поставку необходимых изделий.

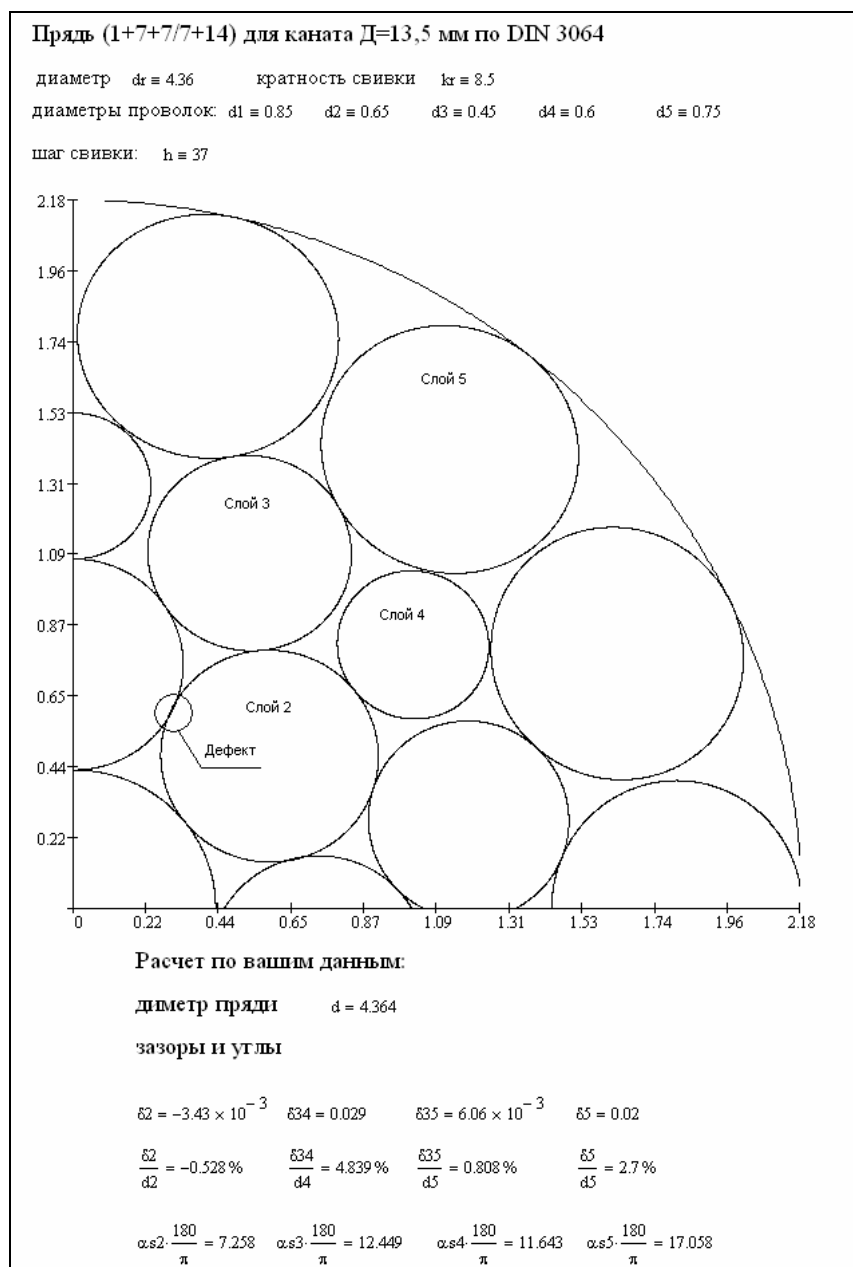


Рисунок 4 – Пример пассивной электронной страницы с информацией о пряди конструкции (1+7+7/7+14) для стального каната по DIN 3064

Библіографічний список

1. Житков Д.Г. Стальные канаты для подъемно-транспортных машин / Д.Г. Житков, И.Т. Поспехов. — М.: Металлургиздат, 1953. — 391 с.
2. Нестеров П.П. Некоторые вопросы теории конструирования круглых прядей и канатов с проволоками одинакового сечения во всех рядах / П.П. Нестеров, Г.И. Иозеф // Известия АН УССР: сб. науч. тр. — Харьков, 1949. — № 4. — С. 37–42.
3. Расчет геометрии стальных канатов / В.А. Малиновский, М.И. Чаюн, Н.Ф. Малявицкий, Л.Д. Соломкин, А.А. Мищенко // Стальные канаты: сб. науч. тр. — Одесса: АстроПринт, 1999. — С. 53–60.
4. Zoltan Lokadi. Grafischts Dimensionierungsverfahren zur Auslegung kompakter Verseillagen – Analytische Zustandsbeschreibung / Zoltan Lokadi // Draht. — 1992. — № 43 (9). — S. 743–747
5. Хромов В.Г. Графический анализ поперечного сечения стальных канатов на ЭВМ / В.Г. Хромов, И.В. Хромов // Вестн. СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2006. — Вып. 23. — С. 20–23.

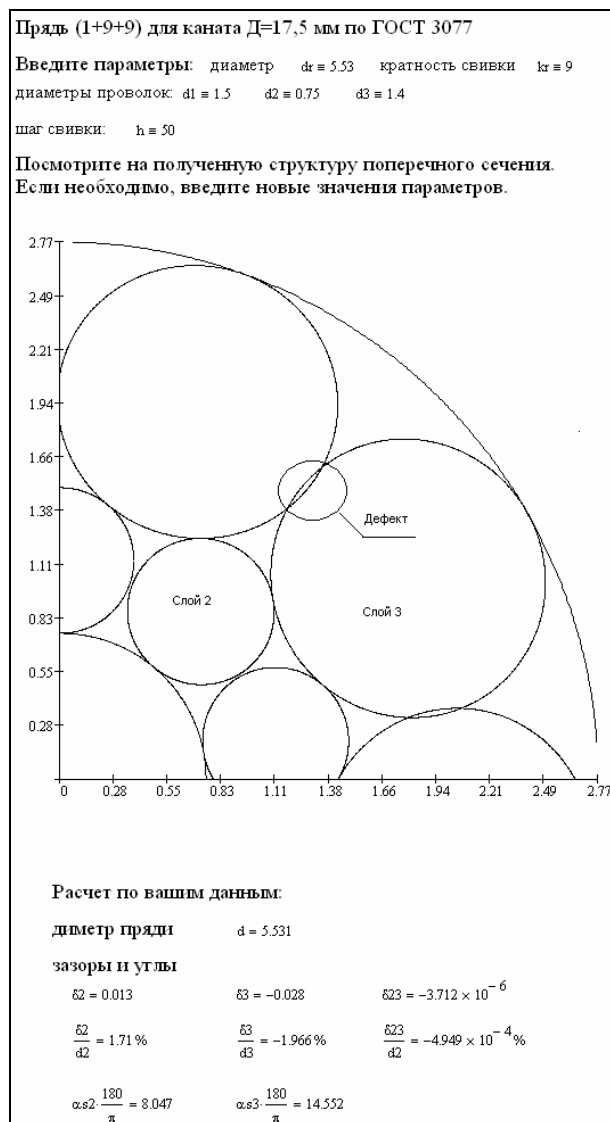


Рисунок 5 – Пример активной электронной страницы со встроенной процедурой изменения графического портрета (в слое 3 прядь имеет дефект)

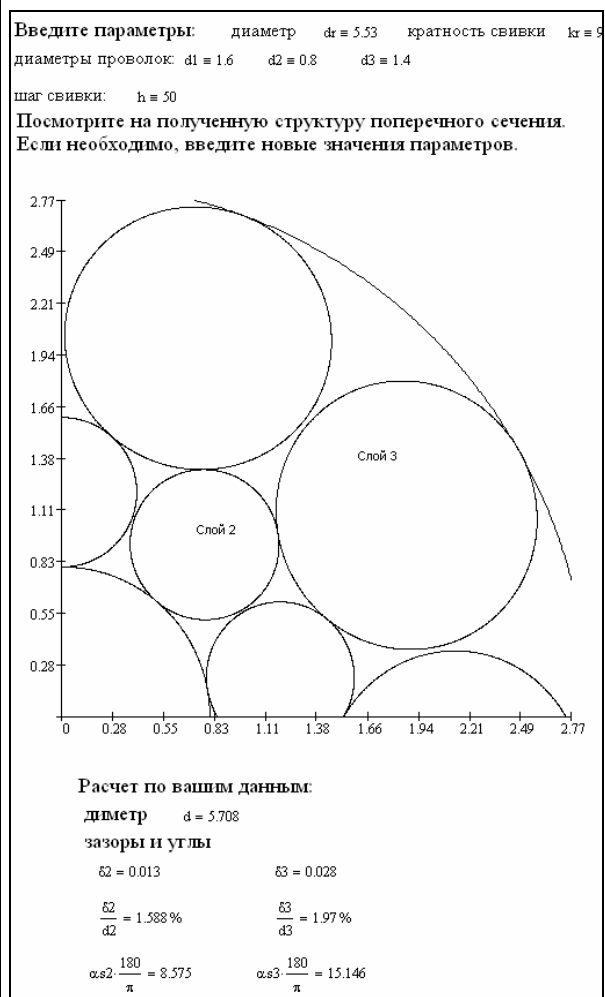


Рисунок 6 – Состояние предыдущей активной электронной страницы при новых значениях диаметра проволок (дефекты устранены)

6. Хромова М.В. Математический анализ геометрической структуры многопроволочных витых изделий / М.В. Хромова, А.В. Ходаченко // Прогрессивные направления развития машино-приборостроительных отраслей и транспорта: матер. МНТК студентов, аспирантов и молодых ученых, Севастополь. — 2009. — С. 123–125.

7. Хромов В.Г. Анализ формы и геометрических параметров линии пересечения наружной поверхности круглого спиралевидного стержня с произвольной плоскостью / В.Г. Хромов, М.В. Хромова // Вестн. СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 97. — С. 19–22.

Поступила в редакцию 5.06.2010 г.