

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

№114, Октябрь 2024
(Часть 11)



Самара, 2024

T33

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №114, Октябрь 2024 (Часть 11) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2024 - 148 с.

doi: 10.18411/trnio-10-2024-p11

Тенденции развития науки и образования - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

УДК 001.1
ББК 60

РАЗДЕЛ XXXIII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Кочетков Д.В., Пучков А.М.

Разработка и исследование конструкции автомата для резки ПВХ трубок

Пензенский государственный университет
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-510

Аннотация

В работе представлена разработанная конструкция станка-автомата для резки ПВХ трубок. Детальная проработка всех элементов конструкции автомата, при проектировании, осуществлялась с применением программы трехмерного моделирования КОМПАС-3D. В САЕ-системе SolidWorks Simulation проводился анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструкции автомата, выполнялись расчеты на прочность и жесткость.

Ключевые слова: станок-автомат, конструкция, проектирование, резка, ПВХ трубка, КОМПАС-3D, напряженно-деформированное состояние, SolidWorks Simulation.

Abstract

The paper presents the developed design of an automatic machine for cutting PVC pipes. Detailed development of all elements of the machine's design was carried out using the 3D modeling program KOMPAS-3D. In the CAE system SolidWorks Simulation, an analysis of the stress-strain state of the machine's design elements was carried out, and strength and rigidity calculations were performed.

Keywords: automatic machine, design, engineering, cutting, PVC pipe, KOMPAS-3D, stress-strain state, SolidWorks Simulation.

В конструкциях электрических машинах и приборов применяются ПВХ трубки – это трубки из поливинилхлоридного пластика, служащие для изоляции токоведущих элементов (рисунок 1).



Рисунок 1. ПВХ трубки.

Согласно ГОСТ 19034-82 ПВХ трубки поставляются в бухтах (длиной не менее 5 м), поэтому появляется необходимость в их нарезке определенной длины. Для этого применяются станки-автоматы различных моделей и конструкций, с различными техническими характеристиками (см. рисунки 2–4). Основными характеристиками являются диаметр и длина отрезаемых ПВХ трубок, а также штучная производительность [1].

На рисунке 2 представлен общий вид станка-автомата модели LC100SL для резки ПВХ трубок диаметром до 8 мм, с длиной нарезки от 2 мм. Высокая точность перпендикулярного среза на данном автомате обеспечивается за счет использования гильотинного типа резания, а также применения сменных направляющих под соответствующий диаметр трубки. Независимая система измерения отдельными роликами обеспечивает высокую точность длины резки заготовок.

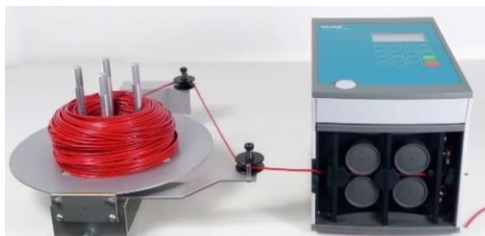


Рисунок 2. Общий вид автомата мерной резки ПВХ трубок модели LC100SL.

На рисунке 3 представлен общий вид станка-автомата для резки трубок модели SP101. Станок оснащен стальным V – образным лезвием, что позволяет производить рез жестких или полужестких трубок с максимальным диаметром 17 мм. Тянущие ролики профилированы для того, чтобы увеличить мощность вытягивания и центрирования материала под лезвием.



Рисунок 3. Общий вид станка для резки трубки модели SP101.

На рисунке 4 показан общий вид малогабаритного станка, отечественного производства, который обеспечивает нарезание ПВХ трубок диаметром от 2 мм до 10 мм и длиной от 1 мм до 35 мм. Длина отрезаемой трубки регулируется изменением плеча кривошипного механизма.

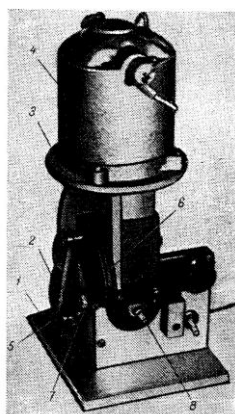
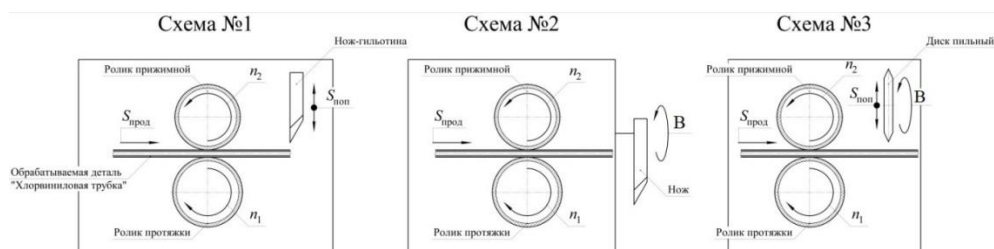


Рисунок 4. Отечественный станок для нарезания ПВХ трубок.

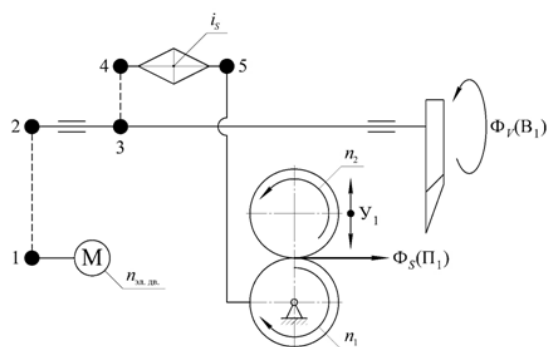
В настоящей работе представлена разработанная конструкция станка-автомата для резки ПВХ трубок. Детальная проработка всех элементов конструкции автомата, при проектировании, осуществлялась с применением программы трехмерного моделирования КОМПАС-3D. В САЕ-системе SolidWorks Simulation проводился анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструкции автомата, выполнялись расчеты на прочность и жесткость. За основные технические характеристики проектируемого автомата были приняты: диаметр ПВХ трубок – от 2 мм до 12 мм; длина отрезаемых ПВХ трубок – от 15 мм до 40 мм; производительность автомата – 1400 шт/мин.

При проектировании автомата были детально проанализированы различные схемы движения инструмента и заготовки, показанные на рисунке 5, выбрана «Схема №2». На следующем этапе конструирования была разработана структурная схема (рисунок 6) [2].



$S_{\text{прод}}$ — продольная подача хлорвиниловой трубки;
 $S_{\text{поп}}$ — поперечная подача режущего инструмента;
 n_1, n_2 — частота вращения ролика протяжки и ролика прижимного;
 B — частота вращения режущего инструмента.

Рисунок 5. Схемы движения инструмента и заготовки.



$\Phi_T(B_1)$ — вращательное движения режущего инструмента;
 $\Phi_S(P_1)$ — поступательное движение заготовки;
 Y_1 — установочное движение

Рисунок 6. Структурная схема.

Для подтверждения работоспособности резки ножом ПВХ трубок по схеме №2 (рисунок 5), были проведены экспериментальные исследования на установке (рисунок 7). Экспериментальный стенд состоит из следующих элементов: электродвигателя марки АОЛ 22-4 и частотного преобразователя. На выходном конце вала двигателя устанавливался спроектированный режущий инструмент (нож), изготовленный из стали марки СтЗсп ГОСТ 380-2005. ПВХ-трубка закреплялась в направляющей втулке, установленной на магнитном штативе. Зазор между торцом втулки и торцом ножа выставлялся ≈ 4 мм для обеспечения жесткости при резке. Исследования проводились при частоте вращения вала электродвигателя $n=1400$ мин-1 для обеспечения требуемой производительности.



Рисунок 7. Экспериментальный стенд.

Эксперимент показал, что спроектированная конструкция ножа, а также выбранная схема движения, для резки ПВХ трубок, вполне работоспособна. Отрезанные трубки различной длины удовлетворяют требованиям к заготовкам для изоляции токоведущих элементов.

Проведенные кинематические расчеты приводов движения, на основании структурной схемы станка, позволили разработать кинематическую схему и определить частоты вращения роликов протяжки автомата (см. рисунок 8).

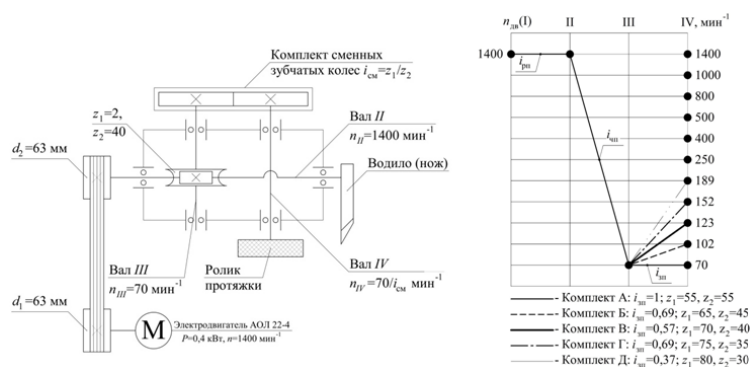


Рисунок 8. Схема кинематическая и частоты вращения.

Для обеспечения мерной резки ПВХ трубок в конструкции автомата предусмотрено наличие комплектов сменных зубчатых колес (А, Б, В, Г, Д) – $i_{cm}=z_1/z_2$ (см. рисунок 8).

На рисунке 9 представлена разработанная конструкция автомата в САД-программе КОМПАС-3D.

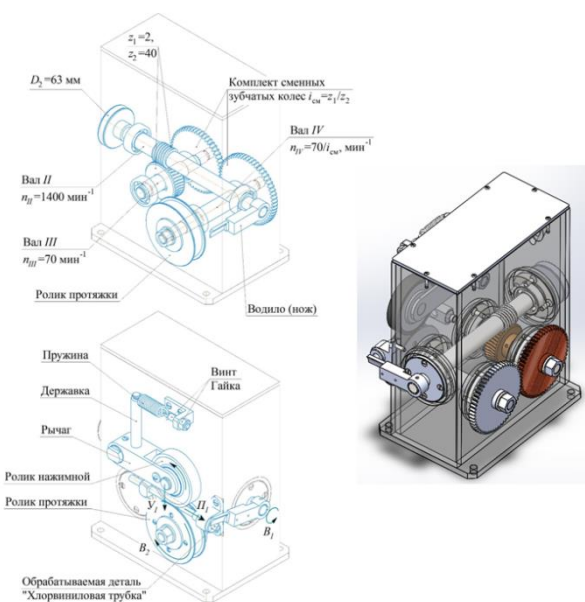


Рисунок 9. Конструкция автомата.

Принцип работы станка-автомата заключается в следующем (см. рисунки 6, 8, 9). Нарезка ПВХ трубки производится водилом (ножом), закрепленным на валу II, который получает вращательное движение (В1) от двигателя через ременную передачу. Протяжка трубки (П1) на нарезку осуществляется с помощью ролика протяжки, передача крутящего момента которому обеспечивается от комплекта сменных зубчатых колес. Поджим трубки создается с помощью ролика нажимного, а изменение усилия нажима осуществляется за счет изменения длины пружины винтом с гайкой, таким образом, осуществляется настройка на диаметр от 2 мм до 12 мм. Сменными комплектами зубчатых колес регулируется длина от 15 мм до 40 мм.

В САЕ-системе SolidWorks Simulation проводился анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструкции автомата, выполнялись расчеты на прочность и жесткость [2, 3]. В качестве примера на рисунке 10 показаны результаты прочностного расчета шпоночного соединения и вала.

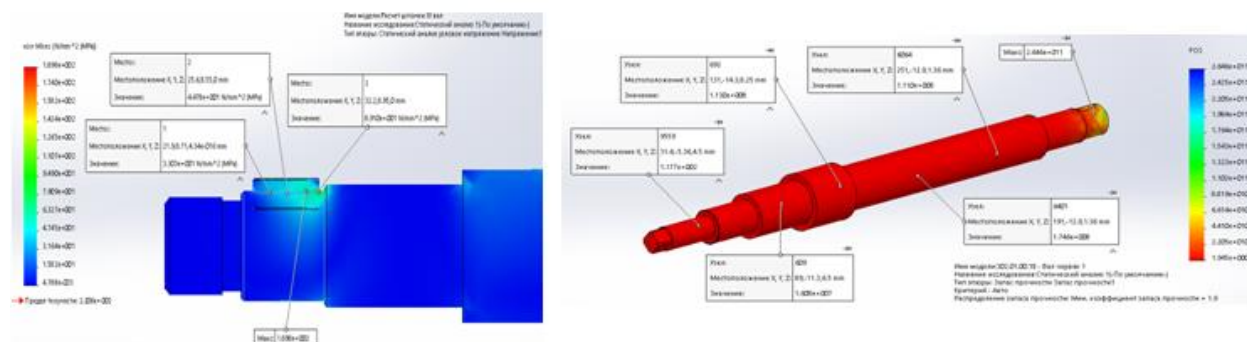


Рисунок 10. Расчеты на прочность элементов конструкции автомата.

Проведенные прочностные расчеты ответственных элементов конструкции спроектированного автомата показали, что конструкция соответствует критериям работоспособности, которые предъявляются в современном машиностроении.

1. Головин Г.М., Пешков Е.О. Специальные станки в приборостроении. – М.: Машгиз, 1952. – 230 с.
2. Кочетков Д.В. Автомат для резки хлорвиниловых трубок // Актуальные проблемы станкостроения – 2023 : сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Пенза, 1–3 июня 2023 г.) / под общ. ред. д.т.н., проф. А.Е. Зверовщикова; к.т.н., доцента С.А. Нестерова; к.т.н., доцента Д.В. Кочеткова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2023. – С. 163–167.
3. Барабанов В.С., Кочетков Д.В., Небылица А.В. Разработка конструкции шлицефрезерного автомата // Материалы и технологии XXI века : сборник статей XVIII Международной научно-технической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2022. – С. 11–17.