

## Совершенствование технологии механической обработки обрeзиненных валов

И.С. Ветчанин, Р.С. Музафаров, С.А. Шиляев  
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет  
имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, Россия

*Аннотация:* При производстве обрeзиненных валов большого диаметра одной из проблем является снятие значительных припусков до 10-12 мм на сторону. Повысить производительность на этих операциях посредством выбора инструментального материала, придания оптимальной геометрии не удастся. Поэтому обработку наружного диаметра, с целью удаления неровного поверхностного слоя вулканизированной заготовки, приходится осуществлять в 3-4 прохода. Указанные трудности, возникающие при обработке обрeзиненных валов, обусловлены особенностями их структуры и физико-механических свойств: интенсивным абразивным воздействием наполнителя на режущую кромку инструмента, концентрацией температуры в зоне резания вследствие низкой теплопроводности материала. Сравнительно невысокая прочность соединения связующего с наполнителем обуславливает применение только остро заточенного инструмента. Цель работы является оптимизация технологии токарной обработки обрeзиненных валов.

*Ключевые слова:* технология, обработка резины, процесс резания, режущий инструмент, оборудование.

Анализ технологии изготовления обрeзиненных валов показывает, что наиболее трудоемкой операцией является механическая обработка: точение и шлифование по наружному диаметру вала.

Обработка резины, применяемой для облицовки валов резанием, обладает рядом специфических отличий, определяемых главным образом особенностью ее структуры и свойств. Это объясняется особыми процессами, протекающими в зоне резания. [8]

В то же время процессу резания сопутствуют те же явления, что и при резании металлов, т.е. наблюдается стружкообразование, силовые и тепловые явления, интенсивное изнашивание режущего инструмента. Причем при обработке мягкой резины происходит изнашивание инструмента более интенсивно, чем при обработке металла.

Как показали исследования [1], точение резины, как и других анизотропных материалов с различными наполнителями, можно сравнить с правкой шлифовального круга резцом в силу того, что наполнители обладают абразивными свойствами.

Обычным резцом, резину просто невозможно обработать. Будут образовываться задиры, вырывы кусков резины.

Обработка мягкой резины отличается от обработки твердой и средней твердости. При обработке последней из-за интенсивного абразивного износа наиболее оптимальным инструментальным материалом является вольфрамкобальтовый твердый сплав [8]. Как показали проведенные исследования [2], практически все вольфрамкобальтовые сплавы достаточно износостойки, но сплавы с большим содержанием кобальта (например, ВК8) лучше воспринимают динамические нагрузки, которые неизбежны при резании.

Геометрические параметры резцов в основном определяются особенностями резания резины. Опыт обработки твердой резины показывает, что резец должен быть острозаточенным. На стойкость резцов и качество обработанной поверхности наибольшее влияние оказывают главный задний угол  $\alpha$ , передний угол  $\gamma$ , углы в плане  $\phi$  и  $\phi_1$  и радиус при вершине резца  $r$ , как оптимальные их значения рекомендуются  $\alpha=10^\circ$ ,  $\gamma=20^\circ$ ,  $\phi=45^\circ$ ,  $\phi_1=20^\circ$  и  $r=1$  мм. В силу определенных физических характеристик механическая обработка мягкой резины затруднена. Главная трудность состоит в получении качественной обработанной поверхности. Небольшой модуль упругости при растяжении и высокое относительное удлинение при разрыве (до 40%) приводят к появлению рваной поверхности. Теоретические исследования в области стружкообразования показали, что основные геометрические параметры  $\mu$  и  $\alpha$  в два раза меньше. Для получения качественной поверхности, в результате производственного опыта, разработаны специальные резцы, приведенные на рис 1.

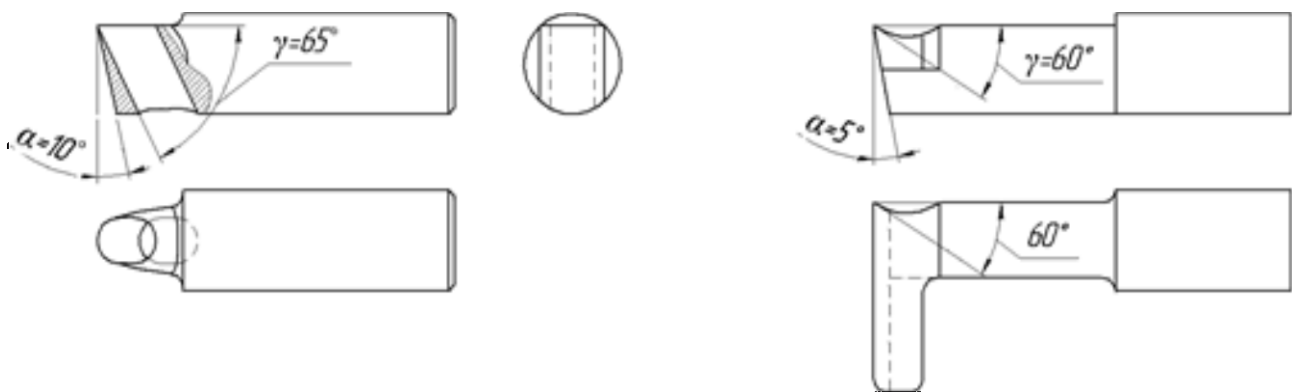


Рисунок 1 - Конструкции резцов для обработки мягкой резины: с отводом стружки через отверстие в головке резца, резец с консольной головкой

Данный тип резцов врезается в заготовку и отделяет от нее резину слоями. В зависимости от геометрических параметров резца можно снимать слои резины толщиной от 0,2 мм и более при подаче  $S=0,05-2$  мм/об при  $V=150$  м/мин без охлаждения. Необходимая шероховатость поверхности обеспечивается при малой подаче.

При точении изогнутыми резцами с большими передними углами возможно получить удовлетворительную по качеству поверхность, но возникает проблема стойкости резца, который теряет режущую способность, не

пройдя всей длины вала, кроме того затруднен отвод стружки. При точении мягкой резины вышеуказанным способом образуется «рубашка», которая затрудняет процесс точения, а во многих случаях резание становится просто невозможно.

Обработка мягкой резины представляет собой весьма серьезную проблему. Это объясняется тем, что микротвердость наполнителей достаточно высока [9] и соизмерима с микротвердостью инструментального материала.

Как показали исследования [3,4], при изготовлении инструмента для обработки мягкой резины рекомендуются стали Р6М5 и ШХ-15, применение твердого сплава невозможно из-за конструктивных и геометрических параметров инструмента. Наличие наполнителя в резине оказывает абразивное воздействие на материал инструмента, причем степень этого воздействия зависит от количества, формы и размеров включений. Исследования, проведенные при обработке мягкой резины, показали, что она покрыта длинными прямолинейными бороздками или царапинами. Такой характер взаимодействия инструмента с обрабатываемой поверхностью является следствием абразивного износа. При всех практически применяемых скоростях резания между резцом и обрабатываемой деталью существует плотный контакт, что и определяет абразивный износ.

По сравнению с другими видами обработки процесс резания лезвийным инструментом обладает высокой маневренностью и возможностью получать детали требуемой формы и размеров.

Одной из важнейших проблем теории и практики обработки материалов резанием является проблема повышения стойкости инструмента, поскольку она определяет производительность труда и технико-экономические показатели производства. Особенно остро это наблюдается при обработке гуммированных валов диаметром до 500 мм и длиной до 6000 мм.

Применение новых инструментальных материалов при обработке мягкой резины ограничено из-за ее физико-механических свойств. Известные и широко применяемые способы повышения стойкости режущего инструмента, выражающиеся, например, в улучшении качества его рабочих поверхностей (за счет химико-термической обработки, наплавки, нанесение покрытий и так далее), оптимизации геометрических параметров режущей части не обеспечивают значительного повышения стойкости инструмента. В настоящее время, одним из перспективных направлений является обработка с перемещающимся лезвием – наличие, кроме главного движения и движения подачи, дополнительного перемещения лезвия параллельно самому себе, так называемое ротационное резание [5]. Это перемещение вызывает изменение величины и направления вектора истинной скорости резания, что, в свою очередь, неизбежно отражается как на кинематике, так и на динамике процесса [1].

Физические закономерности процесса резания этих двух групп во многом аналогичны, но есть и некоторые характерные, иногда принципиальные, отличительные особенности, например, процесс резания, принудительно вращающимся инструментом отличается большей стабильностью, меньшей

температурой и так далее. Кроме того, он осуществим в тех условиях, в которых бывает невозможным ротационное резание с самовращением [6].

Конструктивно наиболее успешно задача непрерывного обновления лезвия решается при использовании в качестве инструмента – чашечного резца, имеющего замкнутое режущее лезвие в виде окружности.

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о значительном повышении стойкости режущих инструментов [7] с круглыми вращающимися резцами (КВР) по сравнению с аналогичными инструментами обычной конструкции. Предварительное изучение возможностей применения самовращающихся чашечных резцов для обработки резины показало, что они непригодны, потому что при весьма неравномерном припуске на обработку, обусловленном технологией покрытия резиной, скорость вращения их нестабильна, а это резко снижает эффективность таких резцов.

На базе кафедры «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование» ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» разработана и собрана установка для обработки обрешиненных валов. Устройство для точения гуммированных валов с принудительным приводом резца показано на рис. 2.

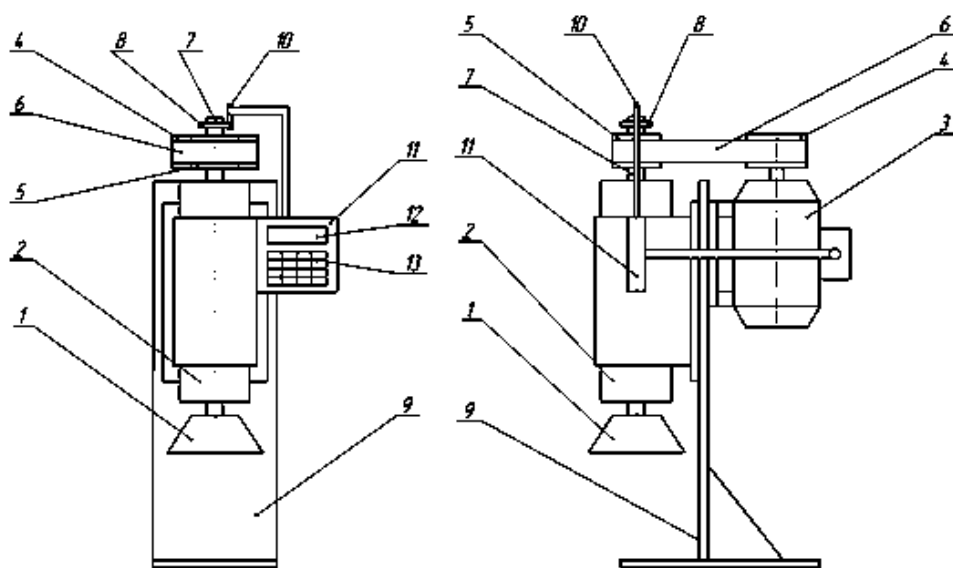


Рисунок 2 - Устройство для ротационного точения гуммированных валов.

Ротационный чашечный резец 1 устанавливают в шпинделе 2 устройства. Шпиндель 2 вращается электродвигателем 3 постоянного тока посредством плоскоременной передачи. На валу электродвигателя 3 установлен шкив 4. Шкив 4 соединен со шкивом 5 плоским ремнем 6. Шкив 5 установлен на валу 7 шпинделя 2. На валу 7 закреплен диск 8 с прорезью. Шпиндель 2 и электродвигатель 3 установлены на основание 9.

Для управления точностью обработки установлены фотоэлектрический датчик 10, аналогово-цифровой преобразователь, микропроцессор, цифро-аналоговый преобразователь, пульт управления 11. На пульте управления 11, находится дисплей 12 и панель 13 с кнопками.

Дисплей 12 позволяет выводить параметры режима резания: число оборотов шпинделя 2, скорость резания, мощность, потребляемую электродвигателем 3, силу резания. С помощью кнопок «Питание», «Память», «Сброс», «Свет», «Ввод» расположенных на панели 13 включают пульт управления, запоминают полученные результаты, сбрасывают полученные результаты, включают подсветку дисплея, вводят диаметр ротационного чашечного резца соответственно.

Приспособление для точения валов работает следующим образом (рис. 3). Устройство для ротационного точения устанавливают на суппорт станка. Заготовка приводится во вращение шпинделем станка, при этом она имеет скорость  $V_3$ . Ротационный чашечный резец вращается шпинделем устройства для ротационного точения. Его подводят к заготовке. Ротационный чашечный резец имеет скорость  $V_u$ , которая является скоростью резания  $V_p$ . Обработку осуществляют путем перемещения ротационного чашечного резца вдоль заготовки.

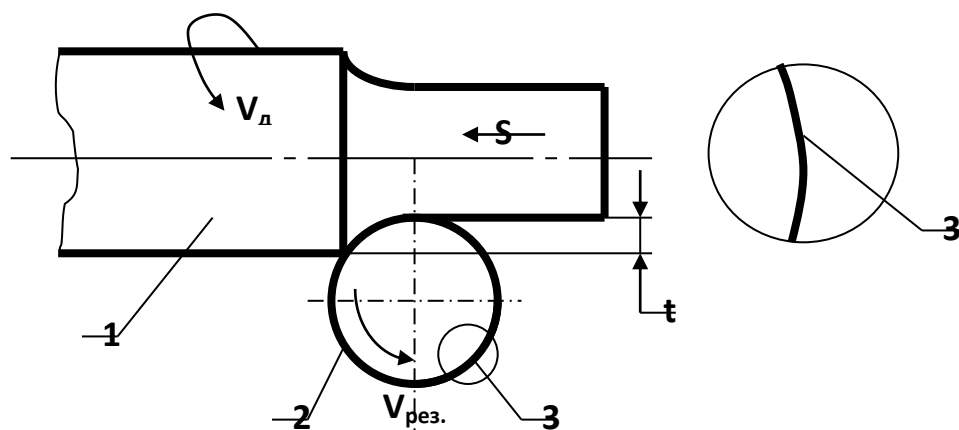


Рисунок 3 - Принцип работы приспособления для точения валов с планетарной головкой. 1 – обрабатываемый материал; 2 – режущий инструмент; 3 – режущее лезвие инструмента

Устройство повышает точность обработки поверхности детали за счет обеспечения управления скоростью и силой резания, а также выбора оптимального режима резания в зависимости от требуемой шероховатости поверхности. Недостатком представленной конструкции является то, что применяется только один ротационный чашечный резец, период стойкости которого хоть и достаточно высок по сравнению с консольными резцами, но при высокой скорости резания ограничен.

Существенное влияние на процесс формообразования среза оказывает скорость резания. Установлено, что при малых скоростях резания, соизмеримых или меньших, чем скорость распространения деформаций, разрушение материала происходит по слабым сечениям слоя, не совпадающим с плоскостью разреза, и, поэтому, срез получается не чистым. Чем значительно

скорость резания относительно скорости распространения деформации в материале, тем волна напряжений быстрее доходит до менее удаленных от среза слабых сечений в слое, и их разрушение происходит ближе к сечению разреза. Этим и объясняется более чистый срез. При значительных скоростях резания, разрушение слоя происходит вне зависимости от слабых сечений в слое только по поверхности разреза.

В ротационном чашечном резце, представленном на рис. 4, круговая режущая кромка образована пересечением его задней поверхности и передней поверхности, имеющей форму конуса, на задней поверхности резца нанесены «зубцы». Зубцы нанесены для того чтобы уменьшить поверхность контакта резца с обрабатываемой резиновой поверхностью.

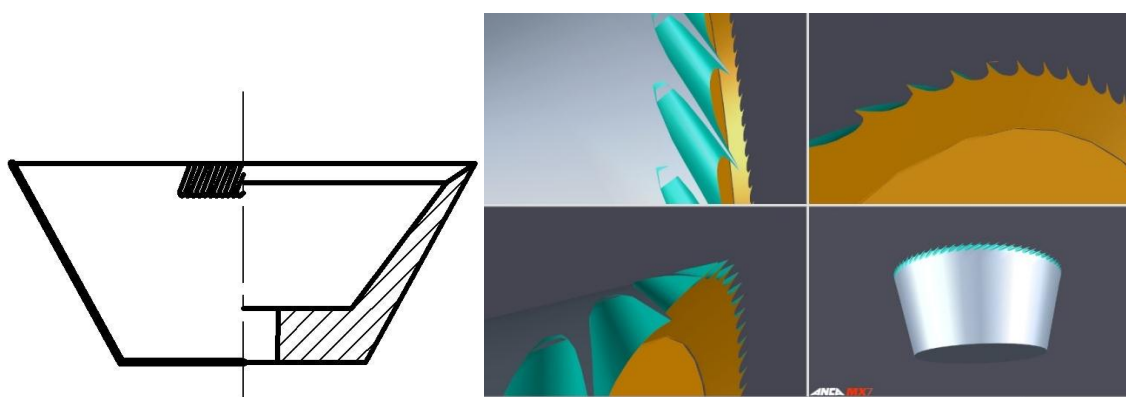


Рисунок 4- Ротационный чашечный резец

Температура в зоне резания при обработке обычным чашечным резцом достигает  $160^{\circ}$ - $180^{\circ}$ . Мы получили поверхность такой же шероховатости, как и до обработки, без прижогов и задигов. Чашечный резец с нанесенными на заднюю поверхность зубцами существенно снизил температуру в зоне контакта. Стойкость чашечного резца так же стала выше, чем у обычного резца, для обработки мягкой резины. Именно поэтому мы заменяем обычный резец для обработки резины чашечным, так как при обработке длинного вала диаметром 800 мм и длиной до 6000 мм, одного резца зачастую недостаточно, приходится его перетачивать. После переточки уже сложно выдержать заданный размер.

Вывод: Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что конструкция, приведённая на рис.3, наиболее отвечает задачам в повышении производительности процесса черновой лезвийной обработки гуммированных деталей. Также, в результате проведенной модернизации резца, повышается стойкости инструмента, снижается температуры в зоне резания, что приводит к повышению производительность эффективность процесса обработки мягкой резины.

## Библиографический список

1. Ковтун В.Н., Налев И.А. Токарная обработка резиновых изделий. М.: Химия, 1986. 40 с.
2. Лазаренко Т.П. Технология бумагоделательного машиностроения. Л.: Машиностроение, 1988. 296 с.
3. Музафаров Р.С. и др. Ротационный режущий инструмент для обработки обрезиненных валов / Музафаров Р.С., Свитковский Ф.Ю., Глухов Ю.Г. // Информ. листок № 10-80 Удмуртский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. Ижевск, 1980. 2 с.
4. Музафаров Р.С. Интенсификация процесса механической обработки изделий, покрытых эластичными материалами // Тез. докл. на научно-технической конференции «Прогрессивные технологические процессы, механизация и автоматизация ручных и трудоемких работ». Новое в сварке (Устинов, 1986 г.). С. 40.
5. Музафаров Р.С. и др. Повышение производительности абразивной обработки обрезиненных валов / Музафаров Р.С., Пузанов В.В., Свитковский Ф.Ю. Информ. листок № 02-81 Удмуртский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. - Ижевск, 1981. 2 с.
6. Постников В.В. и др. Процессы на контактных поверхностях, износ режущего инструмента свойства обработанной поверхности / Постников В.В., Шарипов Б.У., Шустер Л.Ш. Свердловск.: Изд-во Уральского университета, 1988. 224 с.
7. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических процессах. М. Машиностроение, 1990. 219 с.
8. Салтыков А.В. и др. Общая технология резины / Салтыков А.В., Бузун З.Е., Милюкова Н.А. М.: Химия, 1982. 176 с.
9. Степанов А.А. Обработка резанием высокопрочных композиционных полимерных материалов. Л.: Машиностроение, 1987. 176 с.