

ПРОГРЕССИВНАЯ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИВОДНЫХ ЗУБЧАТЫХ РЕМНЕЙ ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Докт. техн. наук, проф. СКОЙБЕДА А. Т., канд. техн. наук, доц. БАХАНОВИЧ А. Г.,
асп. БАХАНОВИЧ И. Г.*

Белорусский национальный технический университет

Технология производства приводных зубчатых ремней сводится к следующим комплексам технологических операций: сборка заготовки ремня из кордных, тканевых и невулканизированных эластомерных материалов; вулканизация заготовок; резка заготовок (викеля) на отдельные ремни; контроль качества ремней.

Сборка заготовок замкнутых ремней заключается в наложении на сборочный профильный барабан одного или нескольких слоев обкладочной ткани, навивки по винтовой линии нити корда, укладки и прикатки требуемого количества эластомера. Надеваемая на сборочный барабан ткань имеет вид цилиндрического рукава, сшитого или склеенного по образующей.

Операция навивки кордшнура – наиболее важная на данном технологическом этапе. От качества ее выполнения во многом зависят равномерность нагружения отдельных витков кордшнура и несущая способность ремня в целом.

Равномерность навивки кордшнура обеспечивается при выполнении как минимум двух требований: постоянного шага и натяжения навивки. Стабильный шаг навивки получается при применении одного или нескольких роликов для наводки корда. Зазор между роликом и сборочным барабаном выбирается минимальным (2...10 мм).

Заданное усилие натяжения обеспечивается с помощью тормозных механизмов, действующих на бобину с кордшнуром. Натяжение кордшнура поддерживается постоянной периодической регулировкой тормозного момента, осуществляемой вручную.

При навивке на сборочный барабан кордной нити происходит ее дополнительное закручи-

вание или раскручивание, в результате чего шаг свивки нити изменяется. Ремни с металлокордом, получившим дополнительную скрутку, в свободном состоянии самопроизвольно деформируются, приобретая вид «восьмерок». Работа таких ремней в передаче сопровождается их интенсивным трением о реборды. Для устранения этого явления сборочный станок оснащается дополнительным приспособлением, осуществляющим при навивке корда вращение узла крепления бобины с самой бобиной в сторону, противоположную направлению вращения сборочного барабана [1].

После разрезки викеля возникают определенные трудности с заделкой концов выступающего с торцов ремня кордшнура. Особенно проблема актуальна для ремней с металлокордом, концы которого способны вызывать травмы и повреждать детали передачи. Наиболее простой путь устранения подобного явления заключается в придании нити корда увеличенного угла навивки в местах будущей разрезки. Такая навивка осуществляется с помощью дополнительного суппорта, установленного на основном суппорте сборочного станка и несущего наводочный ролик. Дополнительному суппорту сообщается прерывистое движение, в результате чего в местах будущей разрезки викеля скорости обоих суппортов складываются. Следствием является увеличенный угол наклона спиралей корда. На участках обычной навивки дополнительный суппорт неподвижен относительно основного [2].

Вулканизация приводных ремней совершается в автоклавах. Такой метод вулканизации характерен для длинномерных (до 3150 мм)

зубчатых ремней. Более длинные ремни вулканизуют в челюстных прессах или вулканизаторах периодического действия, выполняющих вулканизацию ремня по участкам.

Зубчатые ремни небольшой длины, лишенные тканевой обкладки, изготавливают методом литья в пресс-формах на гидравлических прессах с плоскими обогреваемыми плитами. Литые ремни отличаются точными размерами и высоким качеством поверхностей. Однако лишенные тканевой обкладки рабочей части, такие ремни недостаточно долговечны. Напротив, ремни, изготовленные в автоклаве, оснащены тканевой обкладкой, и их долговечность в 5...7 раз превышает долговечность аналогичных литых ремней.

Вместе с тем технология вулканизации в автоклаве имеет недостатки, не позволяющие в полной мере реализовать максимальную долговечность изготавливаемых ремней. Прежде всего это связано с низкими давлениями прессования (до 0,6...1,5 МПа) в отличие от предыдущего метода (свыше 15...25 МПа). Низкие давления прессования обуславливают невысокие показатели прочности адгезии корда к эластомеру, а также наличие пористостей, раковин и других недостатков в готовом изделии. Кроме того, прессование в автоклаве осуществляется гибким прессующим органом – резинокордной диафрагмой. Наличие нежесткого прессующего органа не позволяет получать требуемую толщину ремней, для достижения которой их приходится шлифовать.

Объединение положительных свойств обеих технологий реализовано в новой прогрессивной импортозамещающей технологии изготовления приводных зубчатых ремней, разработанной в Белорусском национальном техническом университете. Технология основана на прессовании заготовки ремня жесткими прессующими секторами, синхронно сближающимися в радиальном направлении. Течение вулканизируемого эластомера в радиальном направлении обеспечивает качественное оформление тканевой обкладки на рабочей части ремня, исключая складкообразование. Наличие жестких прессующих секторов позволяет получать ремни заданной толщины и требуемого качества по-

верхностей непосредственно в пресс-форме [3, 4]. Технология запатентована в ведущих развитых странах [5, 6].

Изготовление приводных зубчатых ремней по методу прессования жесткими секторами или прессующими элементами (ПЖЭ) осуществляется на стандартных вулканизационных гидравлических прессах с плоскими обогреваемыми плитами. Для реализации метода используются две разновидности пресс-форм.

Первая, с вертикальной осью профильного барабана и комплектом секторов и конусов (секторная), предназначена для изготовления сравнительно больших ремней длиной 700...1500 мм (рис. 1). Работает такая пресс-форма следующим образом. При снятых верхнем конусе 1 и секторах 2 в нижний конус 3 устанавливается и предварительно центрируется профильный барабан 4 с заготовкой ремня 5, состоящей, как и при автоклавной вулканизации, из обкладочной ткани, корда и сырой резины. Затем в нижний конус устанавливается комплект секторов и накрывается верхним конусом. При вертикальном сжатии конусов плитами вулканизационного пресса секторы сближаются, прессуя заготовку на барабане. Давление, развиваемое в пресс-форме, как и при методе литья, достигает 20...25 МПа. Таким образом, уже на стадии прессования становится возможным получать ремни с тканевой обкладкой, качественно отформованные повышенным давлением. Ремни, как и при методе литья, отличаются высоким качеством поверхностей, точностью размеров, плотной структурой и повышенными физико-механическими свойствами, что обеспечивает лучшие показатели работоспособности по сравнению с ремнями, изготовленными в автоклаве и, тем более, литыми.

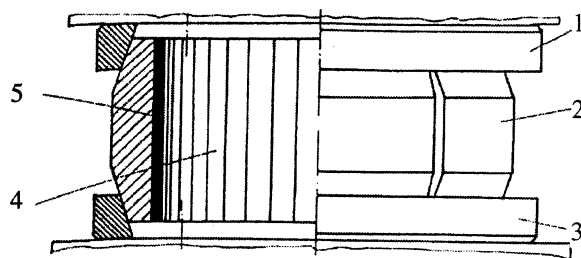


Рис. 1. Схема секторной пресс-формы для изготовления зубчатых ремней

Анализ процесса формования ремней в секторных пресс-формах показал [7], что заполнение формообразующих полостей оснастки осуществляется не только за счет механического перемещения пластичной резиновой массы с помощью секторов. Нагревание вулканизируемой массы сопровождается ее необратимым термическим расширением в размере 5...12 %. Таким образом, на конечной стадии прессования, при сомкнутых секторах, заполнение формы происходит за счет увеличения объема вулканизата. Наличие подобных процессов в пресс-форме позволило создать упрощенные конструкции оснастки, перемещение секторов в которых в большей или меньшей степени соответствует радиальному направлению, однако при сомкнутых прессующих элементах формообразующая полость герметизируется. Такая оснастка имеет горизонтальную ось профильного барабана и два прессующих сектора (рис. 2). Для осуществления рабочего цикла профильный барабан 1 с предварительно собранной заготовкой 2 помещается в нижнюю полуформу 3, где центрируется по поясам 4, накрывается такой же верхней полуформой и устанавливается между плитами пресса. При сближении плит полуформы также сближаются до соприкосновения, замыкая тем самым заготовку ремня в формообразующей полости пресс-формы. Для предотвращения образования больших давлений в пресс-форме излишки

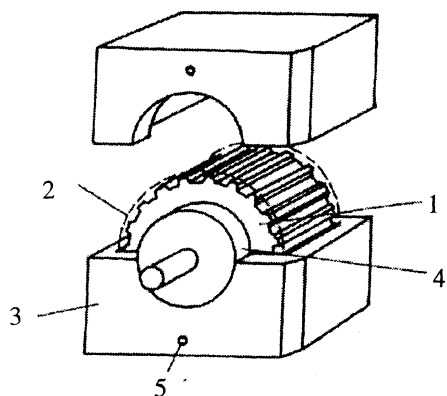


Рис. 2. Схема горизонтальной пресс-формы с двумя прессующими частями

резиновой смеси выходят через дросселирующее отверстие 5 диаметром 0,2...1 мм или через клапаны [8]. Такая оснастка позволяет изготавливать ремни длиной 100...800 мм.

Во избежание изготовления дорогостоящих комплексов полуформ для близких по размерам ремней выпускают один унифицированный корпус, оснащенный комплектом упругих сменных втулок, внутренняя поверхность которых выполняет формообразующие функции (рис. 3).

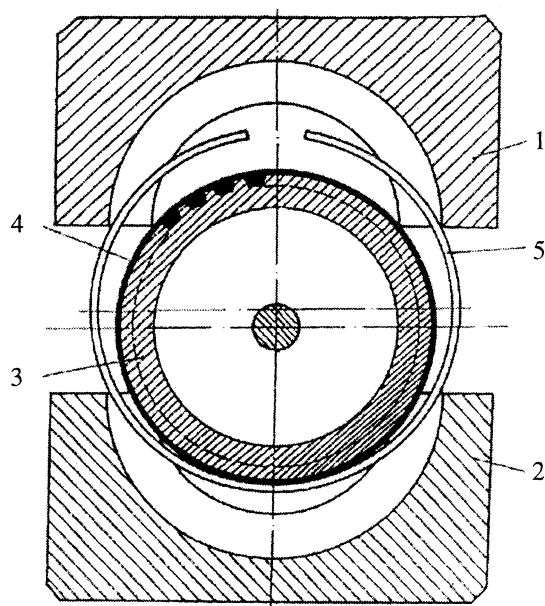


Рис. 3. Схема универсальной пресс-формы для изготовления приводных ремней: 1, 2 – верхняя и нижняя полуформы; 3 – профильный барабан; 4 – заготовка; 5 – упругая втулка

Проведенные экспериментальные исследования на стендовом оборудовании (прочность ремня на разрыв; сопротивление зуба ремня сдвигу; прочность адгезионных связей; ресурс) (рис. 4–7) показали, что применение метода ПЖЭ позволяет обеспечить более высокие показатели механических свойств ремня по сравнению с вулканизацией в автоклаве в результате получения повышенного давления прессования и, как следствие, повысить несущую способность и долговечность производимых приводных зубчатых ремней (табл. 1).



Рис. 4. Внешний вид разрывной машины

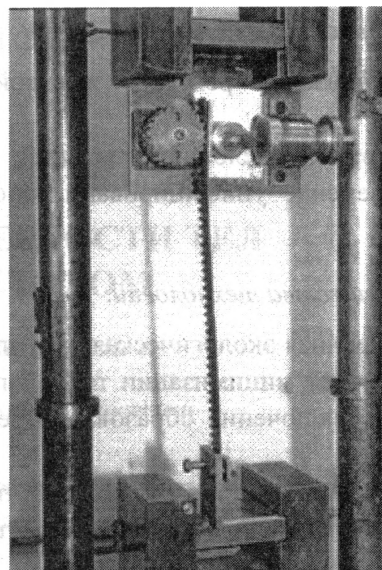


Рис. 5. Стенд для исследования сопротивления зуба ремня сдвигу

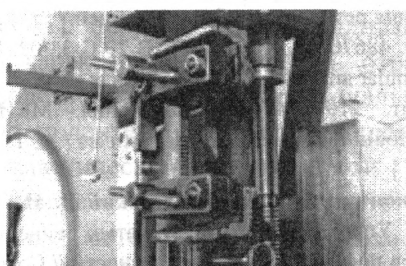


Рис. 6. Стенд для исследования прочности адгезионных связей компонентов ремня

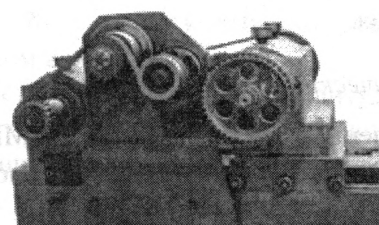


Рис. 7. Стенд для ресурсных испытаний зубчатых ремней

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований приводных зубчатых ремней газораспределительного механизма двигателя ВАЗ-2108

Производители ремней	Норма, не менее	БНТУ	Bosch	Contitech	Dayco	Gates (мод. 5124)	Gates (мод. 5521)	Lemforder	Roulunds
Профиль зуба	—	Эвольвентный	Эвольвентный	Эвольвентный	Круглый	Круглый	Эвольвентный	Круглый	Круглый
Твердость резины, ед. по Шору									
Новый ремень	—	73	66	64	63	67	65	66	65
После выдержки ремня в течение 70 ч при 120 °С	—	81	74	72	77	72	71	76	76
Прочность адгезионной связи при отслоении зубчатой части от основания, Н/мм									
Новый ремень	9	17	20	25	24	17	17	23	26
После выдержки ремня в течение 70 ч при 120 °С	5	19	29	31	27	27	22	28	25
Прочность ремня при разрыве, Н/мм	800	1152	1052	1029	980	1161	1152	1095	1019
Сопротивление зуба сдвигу, Н/мм	90	140	114	145	100	119	131	138	98
Ресурс, ч*	100	150	150	150	150	150	67	150	150
Цена, бел. руб.	—	8000	17000	10500	11500	11500	11000	10500	14000

* Для проведения ускоренных ресурсных испытаний на стенде ведомая шестерня работала с восьмикратной перегрузкой (100 ч = 40000 км).

Особенности технологии:

- вулканизация ремня в жесткой пресс-форме;
- отсутствие отделочных операций;
- применение унифицированного оборудования.

Преимущества технологии:

- повышенная экологическая чистота производства за счет минимизации технологических отходов и исключения образования резиновой пыли;
- повышенная производительность ввиду отсутствия отделочных операций затылочной поверхности ремня;
- отсутствие промышленных отходов за счет применения гидравлических прессов вместо автоклавов и отсутствия шлифовального оборудования.

Технические характеристики:

- давление прессования – 10...20 МПа;
- коэффициент использования основных материалов – до 95 %;
- удельная энергоемкость – 700...1500 Дж;
- ресурс ремней по сравнению с литьевыми аналогами – 200...300 %.

Уровень освоения:

- ремни по стандарту ISO 5296: MXL, XL, L, H;
- ремни по стандарту DIN 7721: T5, T10;
- ремни с профилем HTD: M3, M5, M8;
- длина ремней – до 8400 мм и более.

Области применения:

- приводы бытовой техники;
- приводы оборудования для производства синтетических волокон, искусственного меха;
- машины швейного, трикотажного и обувного производства;
- автоматические линии табачного и фурнитурного производства;
- другие разнообразные приводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 1761541, МКИ⁵ В 29 С 29/08. Устройство для сборки бесконечных резинотросовых лент.
2. А. с. 1431956, МКИ⁵ В 29 С 29/08. Устройство для сборки резинотросовых лент.
3. А. с. 1248167, МКИ⁵ В 29 С 35/02. Устройство для изготовления кольцевых полимерных изделий.
4. А. с. 1481076, МКИ⁵ В 29 С 35/02. Устройство для изготовления резиновых зубчатых ремней.
5. Пат. 4867661 США, МКИ⁵ В 29 С 33/02. Mould for Making annular articles / A. T. Skoybeda et al.
6. Пат. 2191974 Великобритания, МКИ⁵ В 29 С 33/10. Mould for Making annular articles / A. T. Skoybeda et al.
7. Никончук А. Н., Шпилевский В. И., Баханович А. Г. Упрочнение зубьев зубчатых ремней как один из способов повышения их долговечности // Современные материалы, оборудование и технологии упрочнения и восстановления деталей машин: Тез. докл. 2-й респ. науч.-техн. конф., Новополоцк, 27–28 апр. 1995 г. / М-во образования и науки РБ. Полоцк. гос. ун-т. / Новополоцк, 1995. – С. 82-83.
8. А. с. 1407815 СССР, МКИ В 29 С 33/10. Пресс-форма для изготовления кольцевых полимерных изделий / А. Т. Скойбеда, А. Н. Никончук, А. Н. Наталевич и др. – № 3901307/23-05; Заявл. 06.06.85; Оpubл. 07.07.88, Бюл. № 25 // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 25. – С. 89.