

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИВОДНЫХ ЗУБЧАТЫХ РЕМНЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ РЕСУРС

А.Г. Баханович, А.Т. Скойбеда

1. Несущий слой

Несущий слой является основным элементом ремня и обеспечивает его работу в соответствии с функциональным назначением. Требования к материалу несущего слоя весьма разнообразны и нередко противоречивы.

Одна группа требований вытекает из эксплуатационных особенностей ремней. В частности, в процессе работы несущий слой подвергается деформациям растяжения, изгиба, сжатия и сдвига.

Следовательно, несущий слой должен быть прочным и жестким на растяжение, обладать значительным пределом выносливости на изгиб и растяжение, обеспечивать низкие гистерезисные потери и теплообразование, ползучесть и изнашиваемость.

Другая группа требований носит технологический характер. Так, несущий слой должен иметь малую термическую усадку, что обеспечивает стабильность размеров получаемых ремней и высокую адгезию к резинам.

Ни один из известных материалов не отвечает всем этим требованиям. Поэтому для изготовления несущего слоя применяют материалы различных типов, руководствуясь, как правило, конструкцией ремня, его назначением, особенностями эксплуатации ремня, технологическими и финансовыми возможностями.

1.1. Стеклокорд

Стеклокорд обеспечивает относительную нерастяжимость и отсутствие усадки, высокую прочность и изгибоустойчивость.

Ремни со стеклокордом работоспособны в любых климатических условиях, не подвергаются коррозии, исключают технологическую операцию заделки выступающих на боковые поверхности ремня концов корда, более эластичны. Для повышения изгибной стойкости и адгезионной прочности крепления с резиной на стеклоткань, используемую для изготовления стеклокорда, на стадии формирования исходных нитей наносится специальное покрытие.

Для изготовления стеклокорда используются стеклонити линейной плотности 34, 68, 102 текс и др. Для мелко модульных ремней применяют стеклокорд ЕС 9 34 2/2 структуры 34 текс х 2 х 2, стеклокорд 10С-РТ структуры 68 текс х 1 х 2; для ремней, используемых в ГРМ ДВС, – стеклокорд ЕСС 34 х 3 х 13 структуры 34 текс х 3 х 12.

В пропиточных составах для обработки стеклокорда применяют латексы тройного сополимера дивинила, стирола, 2-винилпиридина ("Бунатекс-ВП", "Полисар-81" и др.); двойного сополимера дивинила и 2-винил-пиридина (ДМВП-10-Х), который в сравнении с латексами тройного сополимера обладает пониженной реакционной способностью вследствие меньшего содержания в сополимере пиридиновых колец групп и возможностью стерической блокировки азота в пиридиновых кольцах метильными группами. По этой причине стеклокорд, пропитанный таким составом, характеризуется более низкими адгезионными показателями [1].

Прочность связи при расслоении ремней, изготовленных со стеклокордом структуры ЕС 9 34 текс х 3 х 13 и 60С-КШ, пропитанного составом на основе латекса "Бунатекс-ВП", составляет соответственно 7,2 и 7,1 кН/м, со стеклокордом 60С-КШ на основе латекса ДМВП-10-Х – 2,2 кН/м.

Для достижения высоких адгезионных характеристик пропиточный состав для обработки стеклокорда, применяемого в производстве приводных зубчатых

ремней, должен изготавливаться на основе латекса тройного сополимера типа "Бунатекс-ВП" или ДСВП-15.

1.2. Металлокорд

Из всех существующих типов материала несущего слоя металлокорд обладает наивысшей прочностью, жесткостью и теплостойкостью, а изготовленные с его применением ремни отличаются стабильностью размеров.

Несмотря на многие положительные свойства, металлокорд имеет недостатки, снижающие в ряде случаев эксплуатационную надежность ремней. В частности, он подвержен коррозии, обладает значительной изгибной жесткостью, что ограничивает его применение в передачах, работающих на открытом воздухе на сравнительно малых шкивах и при больших скоростях. Металлокорд имеет сравнительно большую массу и ремни с ним на 10...12 % тяжелее, чем с синтетическим кордом.

К числу специфических требований, предъявляемых к металлокорду, относится условие его равновесности. Равновесность характеризуется прямолинейностью металлокорда в свободном состоянии, нераскручиваемостью и отсутствием остаточного кручения.

Если металлокорд не обладает достаточной равновесностью, то изготовленные из него ремни в свободном состоянии стремятся принять форму "восьмерки", а будучи установленными в передачу, имеют тенденцию сползать со шкивов.

Использование металлокорда создает определенные технологические неудобства, так как необходима заделка концов корда в торцы ремня или их обрезка.

Несмотря на перечисленные недостатки, металлокорд получил широкое распространение для изготовления зубчатых ремней общего назначения. Известны случаи изготовления мощных резиновых зубчатых ремней с металлокордом фирмами "Bando", "Semperit". Практически все фирмы, производящие полиуретановые зубчатые ремни, используют металлокорд.

Проволоки металлокорда получают холодным волочением из легированных сталей, примерный химический состав которых следующий: углерод – 0,7 % марганец – 0,5 %; кремний – 0,3 %; сера – не более 0,3 %; фосфор – не более 0,03 %.

Фирма "Monsanto" использует проволоки диаметром 0,10 мм и разрабатывает технологию получения еще более тонкой. Обычное волочение для этого становится экономически нецелесообразным, поэтому проволока изготавливается путем отливки стали через фильеру и 1-2-кратного волочения. В результате удается получать проволоку диаметром 0,075 мм. Металлокорд из такой проволоки очень эластичен и по данному показателю не уступает синтетическим материалам.

Для повышения прочности крепления металлокорда к резинам, улучшения антикоррозионных и технологических свойств его латунируют. Латунное покрытие имеет толщину 0,15...0,20 мкм. Прочность связи с резиной по Н-методу – 98...294 Н [2].

Химический состав латуни для этих целей: медь – 67,5%, цинк – 32,5%. Иногда применяют чисто цинковое покрытие, перед навивкой корда обрабатываемое солями кобальта. Известно покрытие корда трехкомпонентными сплавами Cu – Zn – Co или Cu – Zn – Sn, получаемыми спеканием при 550° на поверхности корда последовательно нанесенных на него гальванических монометаллических слоев. Такое покрытие обеспечивает высокую коррозионную стойкость проволок и технологически гораздо выгоднее, так как позволяет увеличить долговечность волокон. Адгезия корда к резине повышается на 20% по сравнению с латунированным кордом.

Основным направлением совершенствования конструкций металлокорда, помимо создания более тонкой проволоки, является разработка кордов с

оплеточной проволокой на наружной поверхности и так называемых компактных конструкций.

По утверждению фирмы "Becart", наличие оплеточной проволоки значительно повышает прочность адгезии корда к резине, а компактность конструкции обеспечивает затекание резины внутрь корда, что предотвращает перетираание проволок друг о друга и об оплеточную проволоку.

1.3. Арамидное волокно

Арамидное волокно используется в качестве несущего слоя для получения высокой эластичности ремней. Наряду с этим, высокомодульные нити являются высокопрочными, нерастяжимыми, теплостойкими и бесусадочными.

Для повышения прочности связи арамидных нитей с резиной на основе хлоропренового каучука применяются пропиточные составы и клеи. Прочность связи при этом повышается на 30...40%.

По сравнению со стеклокордом арамидные нити имеют повышенную разрывную нагрузку и изгибостойкость.

Анализ результатов испытаний ремней, оснащенных различными типами несущего слоя, позволил сделать следующие выводы:

- наибольшей разрывной прочностью обладают ремни с металлокордом;
- разрывная прочность ремней на арамидном волокне практически равна прочности ремней на стеклокорде;
- наивысшей долговечностью обладают ремни на стеклокорде.

2. Наполнитель

Для изготовления различных элементов ремня применяют 5 основных типов резиновых смесей: 1) слой сжатия; 2) слой растяжения; 3) эластичный слой; 4) обкладку корда; 5) промазку ткани и приготовление клея.

Решающее значение имеет выбор вулканизирующей группы. Определенное сочетание вулканизирующих веществ, комбинация печного и термического технического углерода, применение противоутомителя позволяют получить резиновую смесь с хорошими динамическими свойствами [3].

Для повышения адгезии резины к ткани вводят резотропин, резорцин, уротропин, изоцианаты, различные смолы, белую сажу. Выбор пластификатора зависит от типа каучука. Так, например, при использовании хлоропренового каучука применяют сложные эфиры – дибутилфталат, дибутилсебацат, инденкумароновую смолу, рубракс, канифоль.

В таблицах 1-7 приведены разработанные рецептуры резиновых смесей, используемых при производстве приводных зубчатых ремней.

Таблица 1 - Резиновая смесь для промазки ткани

Наименование компонента	Массовая доля на 100 масс. дол. каучука
Наирит	100,0
Белила цинковые	8,0
Дифенилгуанидин	0,05
Магнезия жженая	10,0
Нафтам-2	2,0
Парафин	2,0
Технический углерод П-702	35,0
Каолин	5,0
Дибутилфталат	15,0
Смола стирольная инденовая	2,0
Вазелин технический	5,0
Итого:	184,05
Теоретическая плотность, кг/м ³	1350

Таблица 2 - Состав клеевой композиции

Наименование компонента	Массовая доля на 100 масс. дол. каучука
Полихлоропрен	100,0
Наирит	50,0
Смола алкилфенолоформальдегидная	25,0
Белила цинковые	5,0
Магнезия жженая	6,0
Этилацетат	280,0
Бензин	280,0
Итого:	746,0

Таблица 3 - Резиновая смесь для эластичного слоя

Наименование компонента	Массовая доля на 100 масс. дол. каучука
Наирит	100,0
Белила цинковые	5,0
Дифенилгуанидин	0,15
Магнезия жженая	10,0
Нафтам-2	1,0
Дибутилфталат	7,0
Кислота стеариновая	1,0
Мел	20,0
Сажа белая БС-50	5,0
Смола стирольная инденовая	2,0
Модификатор 9У-1	3,0
Итого:	154,15
Теоретическая плотность, кг/м ³	1500

Таблица 4 - Резиновая смесь для слоя сжатия и растяжения (образец 1)

Наименование компонента	Массовая доля на 100 масс. дол. каучука
Наирит ДСР	70,0
СКН-18М	30,0
Тиурам	0,25
Белила цинковые	3,0
Магнезия жженая	7,0
Нафтам-2	2,0
Смола стирольная инденовая	5,0
Технический углерод Т-900	40,0
Технический углерод П-701	50,0
Стеарин	1,0
Дибутилфталат	20,0
Фталевый ангидрид	1,0
Итого:	229,25
Теоретическая плотность, кг/м ³	1400

Таблица 5 - Резиновая смесь для слоя сжатия и растяжения (образец 2)

Наименование компонента	Массовая доля на 100 масс. дол. каучука
Наирит	85,0
СКД	10,0
СКН-3	5,0
Технический углерод П-701	70,0
Сажа белая БС-100	5,0
Вискозное волокно	10,0
Белила цинковые	3,0
Магнезия жженая	7,0
Тиазол	1,0
Дибутилфталат	10,0
Пластификатор ПН-6Т	15,0
Нафтам-2	2,0
Диафен ФП	1,0
Паралайт 17	1,0
Стеарин	2,0
Модификатор РУ	1,2
Октофор	1,2
Итого:	229,4
Теоретическая плотность, кг/м ³	1430

Таблица 6 - Резиновая смесь для слоя сжатия и растяжения (образец 3)

Наименование компонента	Массовая доля на 100 масс. дол. каучука
Неопрен	70,0
СКН-18М	30,0
Технический углерод П-701	70,0
Технический углерод Т-900	30,0
Сера	2,5
Сульфенамид Ц	1,5
Белила цинковые	3,0
Магнезия жженая	7,0
Тиазол	0,5
Нафтам-2	2,0
Фталевый ангидрид	1,0
Стеарин	2,0
Дибутилфталат	15,0
Пластификатор ПН-6	5,0
Итого:	239,5
Теоретическая плотность, кг/м ³	1400

Таблица 7 - Резиновая смесь для слоя сжатия и растяжения (образец 4)

Наименование компонента	Массовая доля на 100 масс. дол. каучука
Неопрен	100,0
Сажа белая БС-100	12,0
Технический углерод П-514	15,0
Технический углерод Т-702	15,0
Хлопковый линт	20,0
Структол	6,0
Белила цинковые	2,5
Магнезия жженая	4,0
Диафен ФП	1,0
П-оксинеозон	2,0
Эмулан	2,0
Кислота стеариновая	1,5
Паралайт 17	2,0
Пластификатор ПН-6	16,0
Октофор	2,0
Инденкумароновая смола	3,0
Итого:	204,0
Теоретическая плотность, кг/м ³	1330

В таблице 8 приведены физико-механические свойства вулканизатов.

Таблица 8 - Физико-механические свойства вулканизатов

Образец	Твердость по Шору А, усл. ед.	Условный предел прочности при разрыве, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Гистерезисные потери, %	Сопротивление на раздир, МПа	Эластичность по отскоку, %
1	65...75	12,7	370	21	3,9	36
2	65...70	11,7	320	20,3	1,5	60
3	70...80	13,0	260	20,5	3,3	30
4	70...80	9,0	290	34	5,0	30

3. Обкладочная ткань

Тканевая обкладка на зубчатых ремнях выполняется только на профильной стороне ремня и способствует повышению жесткости зубьев и их износостойкости. Она изготавливается из капрона или нейлона. Ввиду большой разницы в геометрических размерах зубьев используются ткани различной толщины (табл. 9). Отличительная особенность этих тканей – растяжимость по утку. Последняя обеспечивает качественное формование ткани при сравнительно небольших давлениях прессования. Для улучшения прочности адгезии обкладочных тканей к телу ремня их пропитывают составами на основе латекса или соответствующей резины.

Таблица 9 - Облицовочные материалы зубчатых ремней

Ткань (артикул)	Материал нити	Толщина, мм	Масса 1м ² , г	Разрывное усилие для полосы 50x200 мм, Н
5257-82	капрон	0,6	155	790
5258-82	капрон	0,55	110	940
Нуела-120	нейлон	0,5	120	610
Г-0026	нейлон	0,56	112	710
56320	нейлон	0,65	230	1000
Нуела-230	нейлон	0,75	253	1570
Г-0045	нейлон	0,663	234	1285

Для мелко модульных ремней используется полиамидная ткань "Нуела-120" или Г-0026, для остальных – "Нуела-230" или Г-0045 и капроновая ткань арт. 56320.

Опыт промышленной эксплуатации и результаты ресурсных испытаний ремней показывают, что долговечность износостойкого тканевого покрытия составляет в среднем 75...80% от общей долговечности ремня [4].

Проведенные испытания показали, что наибольшим ресурсом при прочих равных условиях обладают ремни с тканевым покрытием "Нуела-120".

Список использованных источников

1. Тамулевич Г.Д., Бобылев Г.Г. Приводные ремни. – М.: Химия, 1990. – 23 с.
2. Бойков В.П., Городничев Ю.Н., Козачевский Г.Г. Зубчатые ремни. – М.: Химия, 1989. – 192 с.
3. Лукомская А.И., Евстратов В.Ф. Основы прогнозирования механического поведения каучуков и резин. – М.: Химия, 1975. – 360 с.
4. Баханович А.Г., Скойбеда А.Т. Зубчато-ременные передачи. – Мн.: БНТУ, 2005. – 364с.

SUMMARY

The principle of assignment of materials for manufacture of drive toothed belts, providing high parameters of their physicomechanical properties is considered. Compounding of rubber mixes, recommendations at the choice of a carrying layer and a wearproof fabric covering of toothed, providing increase of an operational resource of belts are developed.

УДК 621.74

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА МОДЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ НА ЗАВОДЕ «ВИСТАН»

Б.Н. Сухиненко

Относительная простота и низкая стоимость определяют ведущую роль литейного производства в условиях современного серийного изготовления фасонных заготовок. Для нормального функционирования литейное производство должно быть оснащено современным оборудованием и обеспечено квалифицированным персоналом. Производственные затраты на изготовление отливок в значительной степени зависят и от метода изготовления модельной оснастки. Форма, конструкция и материалы литейной оснастки весьма разнообразны, но наименее трудоемкими остаются деревянные модели. Анализ существующих методов изготовления деревянных моделей показывает, что при всех очевидных преимуществах они тем не менее характеризуются достаточно