



**Общество с ограниченной ответственностью
«АБО»**

ИНН 2225137495 ОГРН 1132225005263 от 21.03.2013 г.
Член СРО судебных экспертов «НП «Саморегулируемая организация судебных экспертов» на основании сертификата соответствия ОСЭ 2021/08-6111 от 06.09.2021 г.
тел. +79039476150 abo22.ru e-mail: info@abo22.ru

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТА №XXXXXX

Заказчик: XXXXXXXXXXXXXXX

Цель исследования: выполнение научно-исследовательских работ (НИР) по исследованию предоставляемого Заказчиком образца изделия.

1. Исследование химического состава армирующих материалов и резины; физико-механических свойств материала с целью идентификации материалов предоставленного Заказчиком образца изделия.

2. Анализ результатов проведенных исследований, подбор аналогов армирующих материалов и связующего.

Наименование продукции: Фрагмент полотна транспортера валковой жатки (рисунок 1).

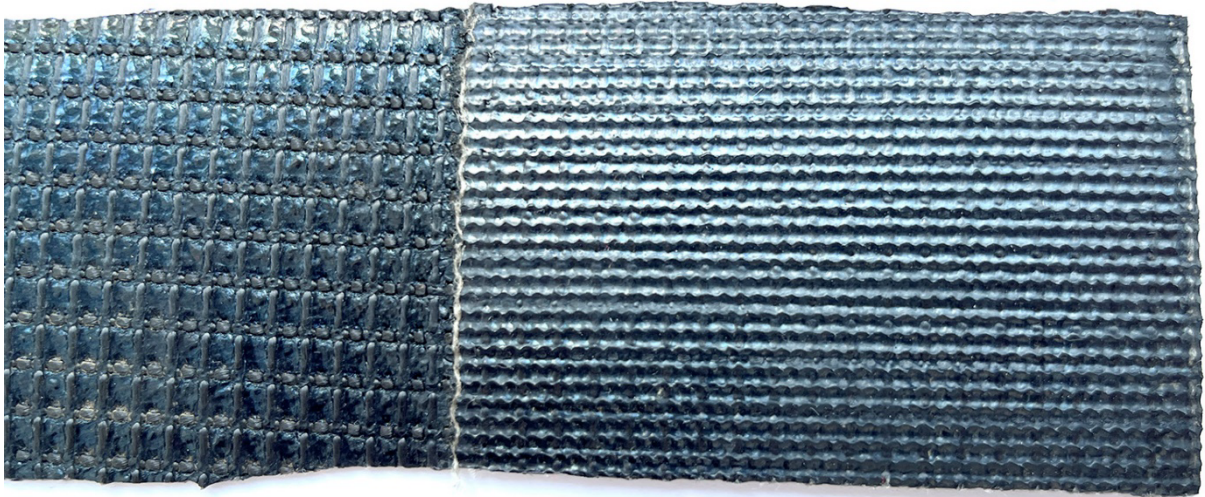


Рисунок 1 – Образец изделия для анализа

Общая информация об изделии: Полотно транспортера валковой жатки предназначено для перемещения скошенной зеленой массы зерновых и крупяных культур (пшеница, овес и др.) при раздельной уборке урожая – скашивания в валок с последующим подбором. Транспортное полотно обладает высоким сопротивлением к растяжению, разрыву, проколу и истиранию, так как выполнена из синтетических волокон с фрикционным двухсторонним покрытием (технология RAPTOR).

Обладает максимальной защитой от воздействия окружающей среды и механических повреждений за счет оптимального слоя фрикционного покрытия на верхней стороне ленты.

Обладает большей прочностью и жесткостью в поперечном направлении за счет арматурного стержня, расположенного внутри транспортной планки.

Ширина полотен от 900 до 1100 мм. Полотно с прорезиненным покрытием, ведущая кромка ленты усилена резинотканевым бортом шириной 80 мм. С одной стороны имеются поперечные армированные стеклопластиковые стержни (гребни) к рабочей поверхности ленты. С нерабочей стороны в продольном направлении ленты имеются один или два гребня (не армированных), или совсем без них.

Привод ведущих валов гидравлический, реверсивный / 0 - 194 м/мин (зависит от модели комбайна).

Рабочая температура эксплуатации от 0 °С до + 60 °С.

Температура окружающей среды хранения в статическом ненапрянутом состоянии до – 40 °С.

Методы испытаний:

- ГОСТ 14925-79. Каучук СКИ-3
- ГОСТ 24662-94. Нить полиэфирная техническая;
- ГОСТ 29104.4-91. Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве;
- ГОСТ 54553-2019 Резина и термоэластопласты. Определение упруго прочностных свойств при растяжении;
- Методика определения растворимости (набухания) полимеров;
- Методика определения элементного состава полимерных материалов;
- Органолептический метод идентификации полимеров;
- ИК-спектromетрия - анализ, основанный на использовании Фурье-преобразования инфракрасного спектра, в настоящее время является одним из наиболее широко применяемых методов идентификации полимеров. Испытания состоят в том, что поток инфракрасного излучения направляется на образец, где он частично поглощается, а частично проходит через материал. Получающийся инфракрасный спектр является таким же индивидуальным отражением полимера как отпечатки пальцев. Полученный спектр сравнивается с известными эталонами для ранее исследованных материалов, что позволяет однозначно идентифицировать анализируемый полимер.

Количество образцов для испытаний: не менее 3 по каждому исследованию.

Приборы и оборудование:

- Комплект растворителей (не менее 5 разновидностей), колбы с обратным холодильником, газовая горелка;
- Набор пикнометров объемом 5 и 10 см³;
- ИК фурье-спектрометр Инфраспек ФСМ 2202;
- Весы лабораторные Mettler-Toledo ME403T;
- Микроскоп лабораторный цифровой Levenhuk DTX 90;
- Универсальная разрывная машина «Instron 3369».

1 Исследование химического состава армирующих материалов и резины; физико-механических свойств материала с целью идентификации материалов предоставленного Заказчиком образца изделия

1.1 Исследование резиновой части

Резиновая часть представленного образца проанализирована на растворимость, набухание и поведение в пламени.

Результаты исследования на растворимость (набухание) и предварительной оценки природы полимера по особенностям поведения в пламени представлены в таблице 1.

Образец разлагается в концентрированной серной кислоте, набухает в ароматических и хлорированных углеводородах, не набухает в ацетоне и этилацетате.

Таблица 1 – Результаты исследования поведения резиновой части

№ образца	Растворимость	Набухание	Поведение в пламени
1	Серная кислота (разложение)	Бензол, толуол, хлористый метилен, четырёххлористый углерод	Желто-оранжевое копящее пламя с обугливанием, с потрескиванием, без постороннего цвета при сжигании в медном зажиме. При извлечении из пламени горелки поддерживает горение

При обработке участка полотна с бортом происходит расслоение основного полотна и борта, что свидетельствует об их клеевом соединении (рисунок 2). Также установлено, что борт и основное полотно выполнены из одинаковых материалов.

Анализ ИК-спектра (рисунок 3) показал для образца наличие следующих полос поглощения: 2926 и 2847 см^{-1} соответствуют связи $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ алифатической части. Других характеристических групп в образце не обнаружено.



Рисунок 2 – Отслоение борта от основного полотна после обработки материала толуолом

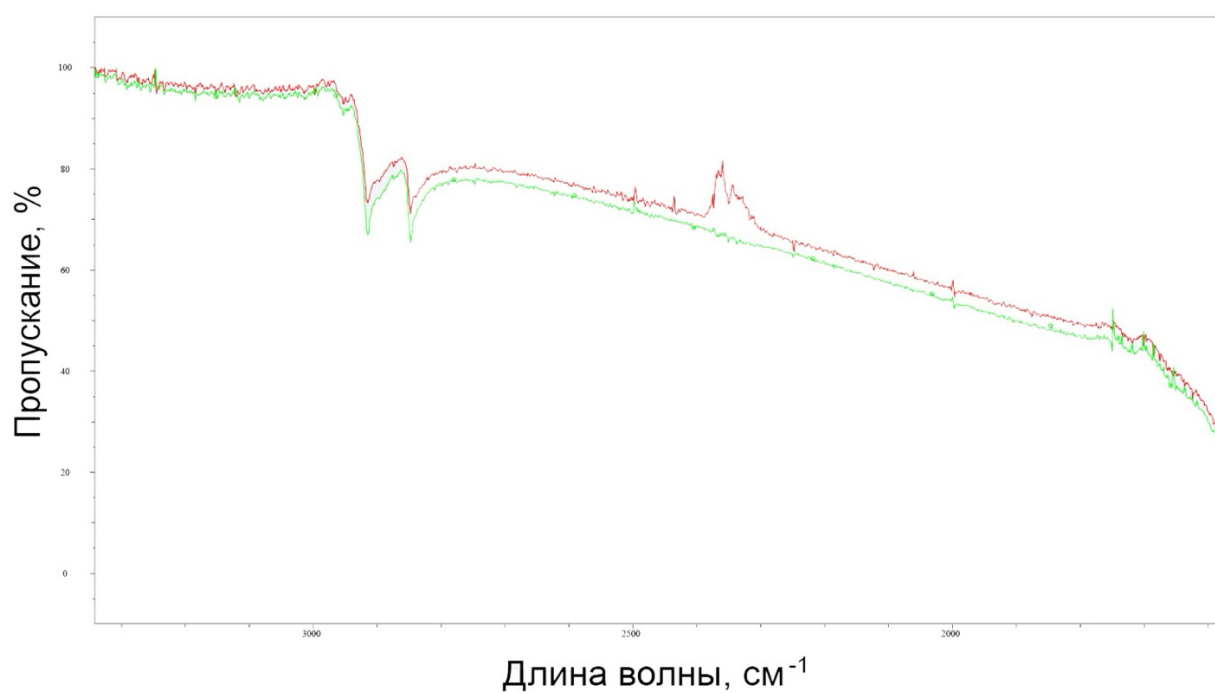


Рисунок 3 – ИК-спектр резиновой части образца

1.2 Анализ результатов проведенных исследований, подбор аналогов связующего

Сопоставляя данные, полученные при исследовании представленного образца органолептическим методом, определения растворимости, набухания, а также ИК-спектроскопии можно сделать вывод, что представленный образец выполнен на основе синтетического изопренового каучука.

Изопреновые каучуки, являющиеся каучуками общего назначения, применяют вместо натурального как самостоятельно, так и в сочетании с другими эластомерами при изготовлении практически всех резиновых изделий: шин, резинотехнических изделий (транспортные ленты, рукава, формовые и неформовые детали и др.), резиновой обуви, медицинских изделий, резин, контактирующих с пищевыми продуктами, изделий широкого потребления.

Аналогом данного связующего является резина на основе синтетического изопренового каучука марки СКИ-3.

1.3 Исследование армирующей части

Чтобы изучить армирующую часть полотна участок образца поместили в колбу, снабженную обратным холодильником. Как было установлено ранее (п. 1.1), резиновая часть полотна способна к набуханию в толуоле, поэтому было проведено кипячение образца в данной среде в течении 4 ч.

После кипячения набухшую резину с поверхности армирующего полотна удаляли механическим путем.

1.3.1 Исследование материала нитей

Нити, из которых образована армирующая часть, проанализированы на растворимость, набухание и поведение в пламени.

Результаты исследования на растворимость (набухание) и предварительной оценки природы полимера по особенностям поведения в пламени представлены в таблице 2.

Образец разлагается в горячей концентрированной серной кислоте, незначительно набухает в ацетоне и этилацетате, не набухает в ароматических и хлорированных углеводородах.

Таблица 2 – Результаты исследования поведения волокон

№ образца	Растворимость	Набухание	Поведение в пламени
1	Горячая серная кислота (разложение)	Ацетон, этилацетат	Желто-оранжевое коптящее пламя, с потрескиванием. При извлечении из пламени горелки поддерживает горение. После затухания образует тянущуюся каплю

Анализ ИК-спектра (рисунок 4) показал для образца наличие следующих характеристических полос поглощения: 1726 см^{-1} обусловлена колебаниями карбонильной группы, полосы при 1264 и 1100 см^{-1} относятся к колебаниям эфирной связи; несколько интенсивных полос в области $1050 - 1300\text{ см}^{-1}$ эфирная связь С–О–С (эфирные полосы).

Плотность материала нитей составляет $1,39\text{ г/см}^3$.

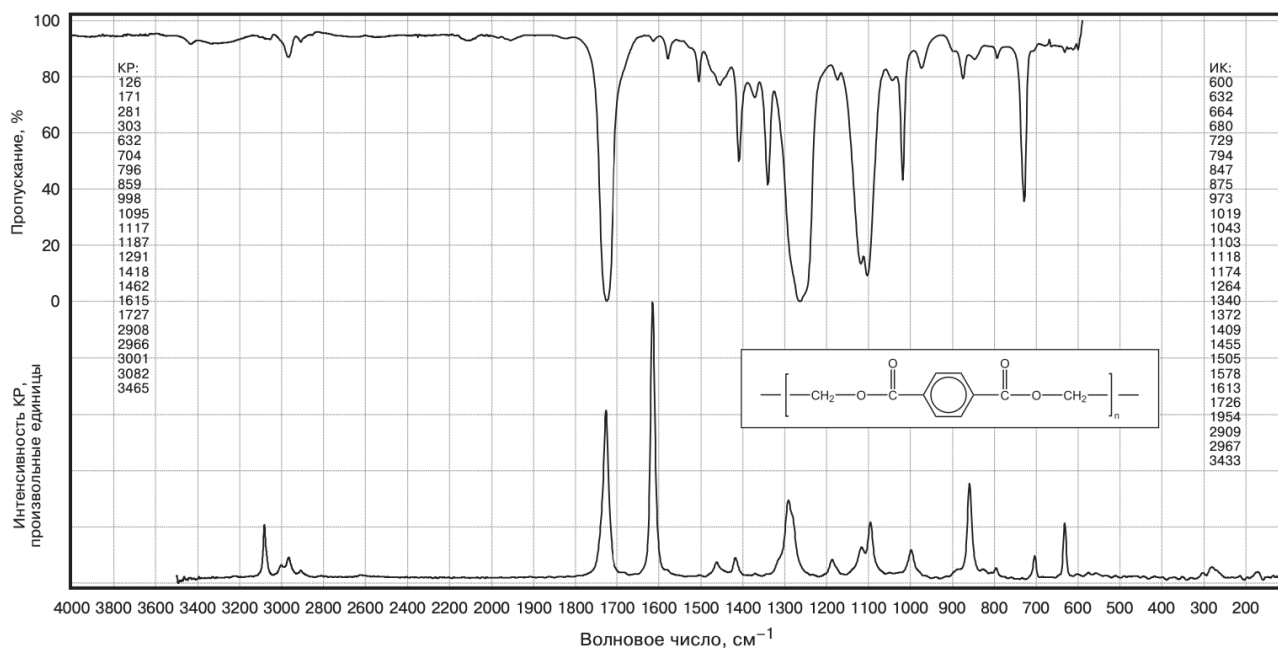


Рисунок 4 – ИК-спектр материала нитей

1.3.2 Анализ результатов проведенных исследований, подбор аналогов материала нитей

Сопоставляя данные, полученные при исследовании представленного образца органолептическим методом, определения растворимости, набухания, плотности материала, а также ИК-спектроскопии можно сделать вывод, что представленный образец выполнен на основе полиэфира, в частности, полиэтилентерефталата (ПЭФТ).

Полиэфирная нить – синтетическое волокно, которое изготавливают посредством плавления полиэтилентерефталата и его производных.

Полиэфирная нить обладает рядом отличительных свойств:

- 1 Отличная эластичность, упругость, нить не теряет своей формы;
- 2 Повышенная устойчивость к истиранию, которая в разы выше, чем у натуральных нитей;
- 3 Устойчивость к воздействию высокой температуры воздуха;
- 4 Термопластичность;

5 Стойкость к влиянию ультрафиолетового света, по которой полиэфирная нить уступает лишь нитроновому волокну;

6 Невысокая гигроскопичность;

7 Биостойкость;

8 Устойчивость к воздействию минеральных и органических кислот, к щелочному гидролизу;

9 Высокая прочность, по которой полиэфирная нить не уступает полиамидной;

10 Несминаемость.

Для плетения армирующего полотна для резинотканевых материалов возможно использование высокомодульных низкоусадочных полиэфирных нитей (HMLS). Конкретную марку нитей необходимо подбирать, исходя из физико-механических свойств готового материала.

1.3.3 Анализ структуры ткани

После механического удаления резины с поверхности материала с обеих сторон становится возможным определить структуру армирующей ткани (рисунок 5). Четко видны нити усиления – каркас. Расстояние между нитями основы каркаса (вертикальные линии) – 4,5 мм, между нитями утка – 5 мм (горизонтальные линии).

Для дальнейшего удаления резины из образовавшихся ячеек образец повторно обрабатывали кипящим толуолом в течении 2 ч с последующей механической обработкой, после чего структура ткани изучалась при помощи цифрового микроскопа (рисунок 6).

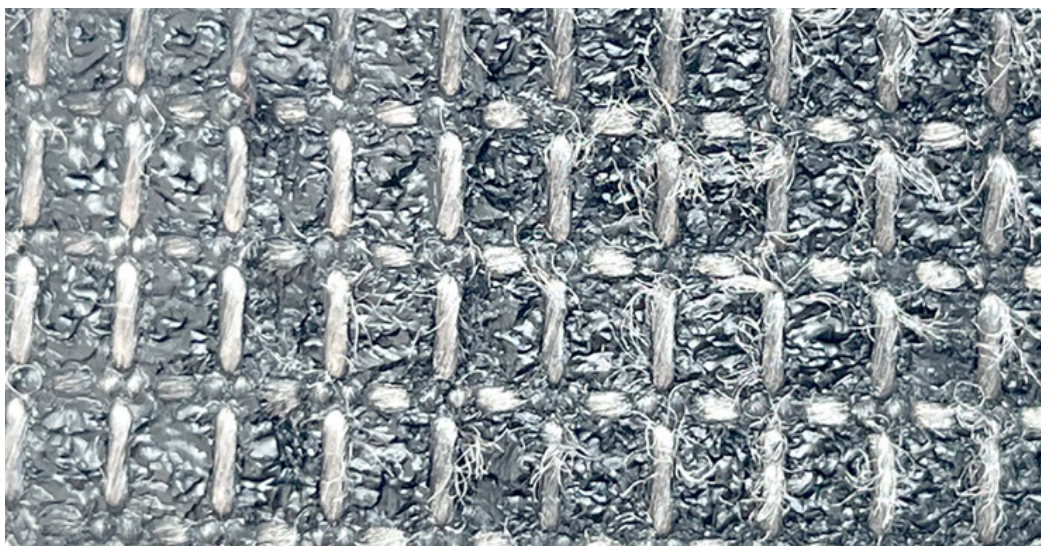
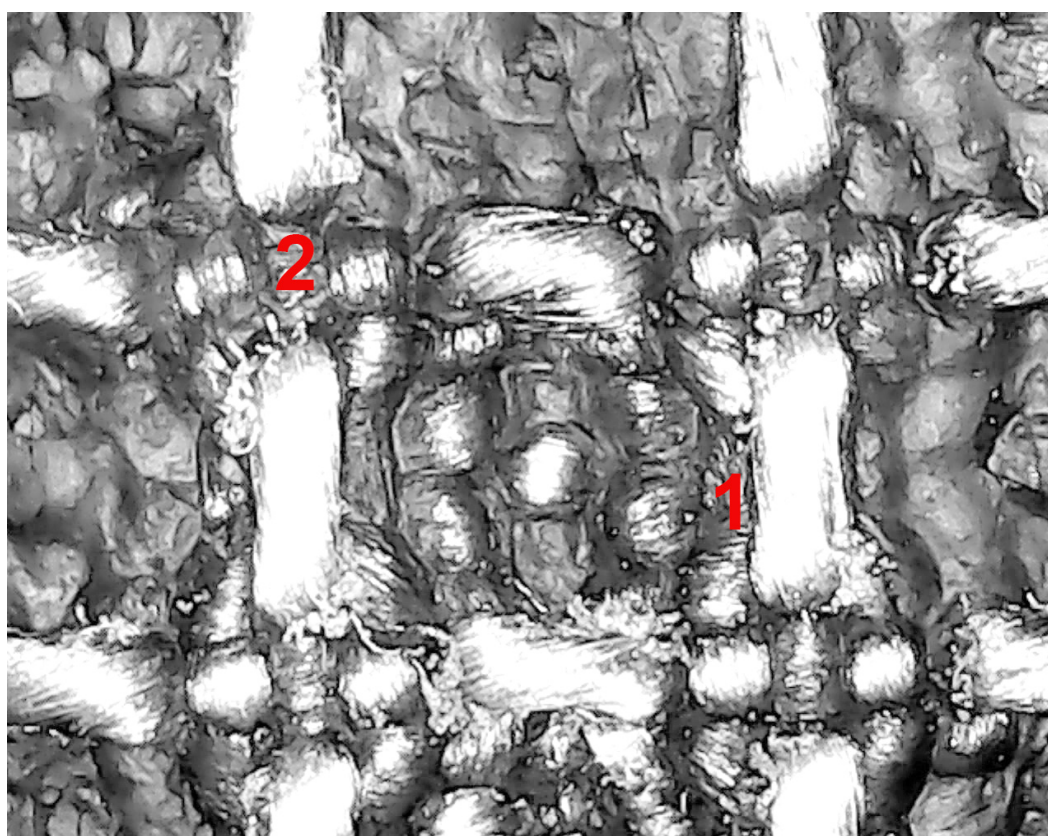


Рисунок 5 – Внешний вид поверхности ткани после механического удаления резинового слоя

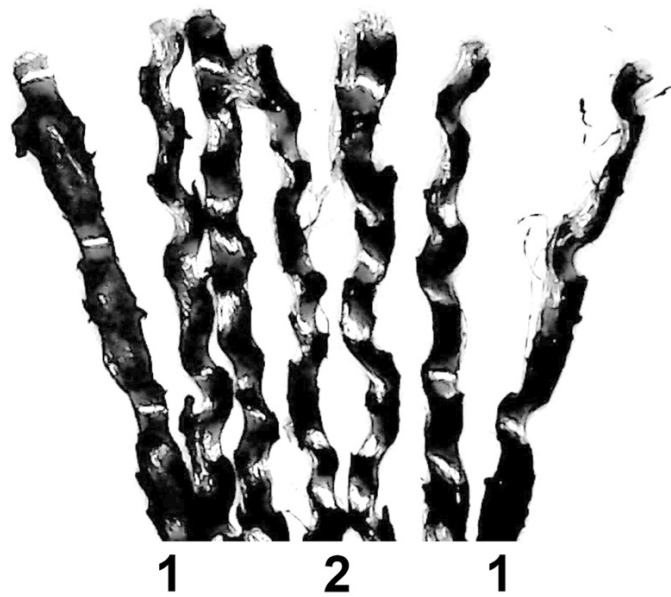


1 – образованная нитями каркаса элементарная ячейка; 2 – переплетение нитей внутри ячейки с нитями утка

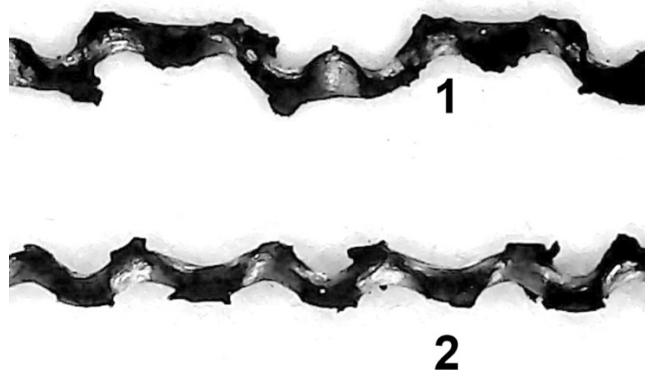
Рисунок 6 – Внешний вид поверхности ткани при увеличении на цифровом микроскопе (30х)

В результате обнаружено, что в каждой элементарной ячейке, образованной нитями каркаса, имеется полотняное переплетение, состоящее из 5 нитей по основе и 5 нитей по утку (рисунок 7). При этом нити основы из ячейки переплетаются с нитями утка каркаса (рисунок 6, точка 2).

Нити каркаса имеют меньшую степень изогнутости, чем нити, находящиеся внутри ячейки (рисунок 8).



1 – нити каркаса; 2 – нити, образующие полотняное переплетение внутри ячейки
Рисунок 7 – Внешний вид нитей при увеличении на цифровом микроскопе (20х)



1 – нити каркаса; 2 – нити, образующие полотняное переплетение внутри ячейки
Рисунок 8 – Внешний вид элементарных нитей при увеличении на цифровом микроскопе (20х)

1.3.4 Анализ результатов проведенных исследований

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что данное плетение является плетением типа «рип-стоп» (рисунок 9), выполненное из полиэфирных нитей, а сама ткань относится к типу специальных технических.

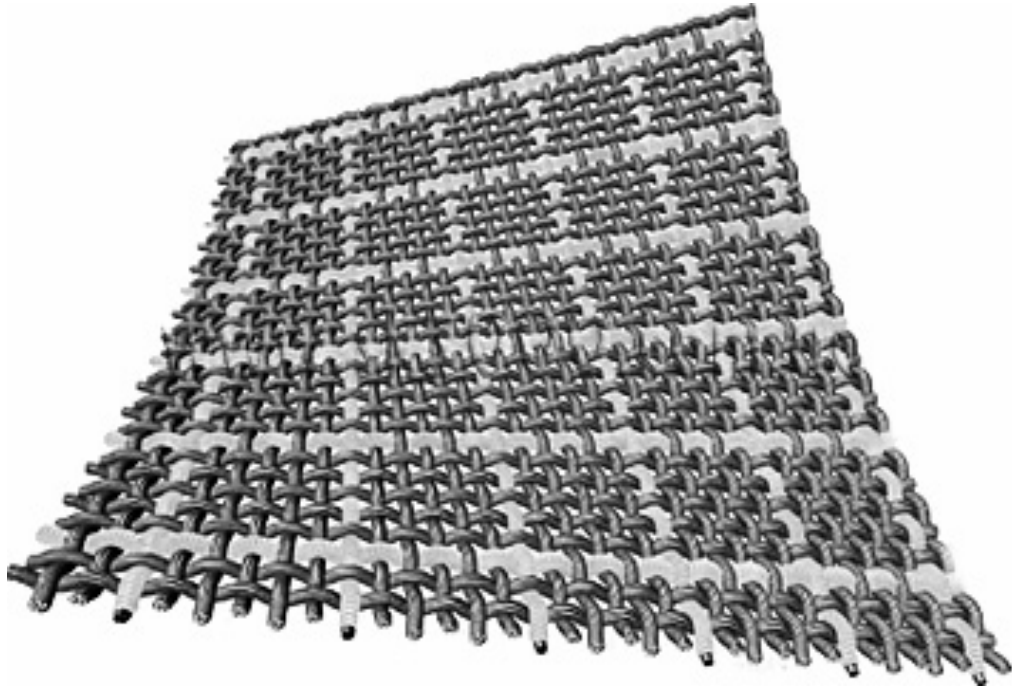


Рисунок 9 – Внешний вид плетения «рип-стоп»

«Рип-стоп» (RipStop) – (от англ.: rip — рваться, stop — прекращение) – тип ткани комбинированного переплетения, в структуре которого использована упрочнённая армированная нить. Армированная нить, как правило, изготавливается из арамида, но возможно изготовление из полиэфирных нитей. В структуру ткани крест-накрест вводятся равноотстоящие друг от друга нити усиления – каркас. Интервалы между нитями составляют от 5 до 8 мм.

В результате получается армированная ткань повышенной прочности, не мнущаяся, не растягивающаяся и не дающая усадки после намокания. В случае механического повреждения ткани (пореза, разрыва) армированный "каркас"

предотвращает увеличение области повреждения. Кроме того, ткань «рип-стоп» сохраняет свой внешний вид на протяжении всего срока эксплуатации.

К сожалению, ткани такого плетения в качестве армирующих в России не выпускаются. Наиболее близкие типы плетения к анализируемому – полотняное и рогожка. Конкретный тип ткани необходимо подбирать, исходя из физико-механических свойств готового материала.

1.4.1 Анализ физико-механических свойств материала

Анализ проводился в соответствии с ГОСТ 54553-2019 «Резина и термоэластопласты. Определение упруго прочностных свойств при растяжении».

База образца 75 мм

Скорость растяжения 50 мм/мин

Основные результаты представлены в таблицах 3-5.

Таблица 3 – Упруго-прочностные свойства материала при растяжении по основе (вдоль)

№	Площадь поперечного сечения образца, мм	Максимальная нагрузка, Н	Относительное удлинение после разрыва, %
1	17,27	1647,34	45,4
2	16,40	1361,10	40,93
3	16,85	1616,99	44,28

Таблица 4 – Упруго-прочностные свойства материала при растяжении по утку (поперек)

№	Площадь поперечного сечения образца, мм	Максимальная нагрузка, Н	Относительное удлинение после разрыва, %
1	16,74	1306,66	64,10
2	16,18	1414,62	72,54
3	17,71	1532,23	71,44

Таблица 5 – Упруго-прочностные свойства материала при растяжении борта (вдоль)

№	Площадь поперечного сечения образца, мм	Максимальная нагрузка, Н	Относительное удлинение после разрыва, %
1	28,73	3563,14	32,28
2	27,69	3095,04	39,73
3	28,39	2914,43	40,10

1.4.2 Анализ результатов проведенных исследований

Исходя из данных проведенного анализа, можно сделать вывод, что данное полотно обладает экстремально высокими прочностными свойствами. Основной вклад в упруго-прочностные свойства вносит армирующий материал, резина же в свою очередь является защитным материалом, придает гибкость и фрикцию.

Прочность ткани придает особый тип плетения типа «рип-стоп». Поскольку в России такого плетения не выпускают для технических тканей специального назначения, следует подбирать ткань с максимально приближенным плетением, а именно полотняным или рогожкой.

Проанализировав открытые источники, удалось подобрать материалы для армирования резино-технических изделий с подобными упруго-прочностными свойствами и типом плетения на предприятии АО «Королёвская шелковая фабрика «Передовая текстильщица». Основные свойства тканей представлены в таблицах 6-10.

Таблица 6 – Свойства ткани из полиамидных нитей для основы резинотехнических изделий (86-102-01 ПрЭ89, переплетение рогожка, ТУ 8378-007-00321069-01, <https://catalog.airsilk.ru/?p=577>)

Показатель	Основа	Уток
Число нитей на 10 см	330±20	300±20
Разрывная нагрузка полосы ткани 50х200 мм	2254 Н	2156 Н
Удлинение при разрыве не более	35,0 %	35,0 %

Таблица 7 – Свойства ткани из полиамидных нитей для основы резинотехнических изделий (86-159-07 отв., переплетение полотно, ТУ 13.20.31-051-00321069-2018, <https://catalog.airsilk.ru/?p=593>)

Показатель	Основа	Уток
Число нитей на 10 см	130±15	130±15
Разрывная нагрузка полосы ткани 50х200 мм	3000 Н	3000 Н
Удлинение при разрыве, не менее	20,0 %	20,0 %
Изменение размеров в горячем воздухе	3,67%	2,5%

Таблица 8 – Свойства ткани из полиамидных нитей для основы резинотехнических изделий (8687-04, переплетение полотно, ТУ 8378-042-00321069-2011, <https://catalog.airsilk.ru/?p=602>)

Показатель	Основа	Уток
Число нитей на 10 см	322±15	290±20
Разрывная нагрузка полосы ткани 50х200 мм	1000 Н	1000 Н
Удлинение при разрыве, не более	40,0 %	38,0 %
Прочность на раздир, не менее	50 Н	45 Н

Таблица 9 – Свойства ткани из полиамидных нитей для основы резинотехнических изделий (56026 ПрЭ89, переплетение рогожка, ТУ 8378-053-00321069-2011, <https://catalog.airsilk.ru/?p=630>)

Показатель	Основа	Уток
Число нитей на 10 см	260±20	260±20
Разрывная нагрузка полосы ткани	1960 Н	1865 Н

50x200 мм		
Удлинение при разрыве, не более	35,0 %	39,0 %
Изменение размеров в горячем воздухе, %, не более	4	4

Таблица 10 – Свойства ткани из полиамидных нитей для основы резинотехнических изделий (56026, переплетение рогожка, ТУ 8378-053-00321069-2011, <https://catalog.airsilk.ru/?p=636>)

Показатель	Основа	Уток
Число нитей на 10 см	260±20	260±15
Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200 мм	1865 Н	1765 Н
Удлинение при разрыве, не более	35,0 %	39,0 %

Указанные ткани состоят из полиамидных нитей, плетение полотняное или рогожка. У ряда тканей наблюдаются усадочные явления при нагревании, что необходимо учитывать при проектировании резинокордного полотна.

Нами также предлагается использовать ткани на основе полиэфирных нитей, используя не один, а два слоя в основном полотне. Свойства предлагаемых тканей представлены в таблице 11 и 12.

Таблица 11 – Свойства ткани из полиэфирных нитей для основы резинотехнических изделий (56341 I, переплетение полотно, ТУ 8378-041-00321069-2006, <https://catalog.airsilk.ru/?p=655>)

Показатель	Основа	Уток
Число нитей на 10 см, не менее	260	280
Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200 мм	834 Н	834 Н
Удлинение при разрыве, не более	27,0 %	27,0 %
Прочность на раздир, не менее	29,5 Н	29,5 Н

Таблица 12 – Свойства ткани из полиэфирных нитей для основы резинотехнических изделий (56341, переплетение полотно, ТУ 8378-041-00321069-2006, <https://catalog.airsilk.ru/?p=658>)

Показатель	Основа	Уток
Число нитей на 10 см	293±8	297±10
Разрывная нагрузка полосы ткани 50х200 мм	834 Н	834 Н
Удлинение при разрыве, не более	27,0 %	27,0 %
Прочность на раздир, не менее	29,5 Н	29,5 Н

2 Дополнительные сведения об изучаемом материале

Исходя из изученных показателей материала, можно сделать вывод, что данная продукция принадлежит компании WCCO Belting (США).

Запатентованная технология ткани в полотенных транспортерах жаток RAPTOR™ образует новый «золотой стандарт» и делает их единственными в мире, способными удовлетворить операционным требованиям полотенных жаток комбайна.

Конструкция полотна RAPTOR™ обеспечивает самую высокую прочность на разрыв и растяжение, а также стойкость полотна к проколам на мировом рынке полотенных жаток, валковых жаток, рядовых жаток и валкоукладчиков (<https://www.wccobelt.com/ru/innovation>; <https://www.americafem.com/2021/06/30/wcco-beltings-new-patented-edge-defender-cleat-for-raptor-draper-belts-hits-the-market-in-agriculture-industry/>).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальным путем установлено следующее:

1 Резиновая часть выполнена из синтетического изопренового каучука. Аналогом данного связующего является резина на основе синтетического изопренового каучука марки СКИ-3.

2 Армирующая часть выполнена на основе полиэфирных нитей, в частности, полиэтилентерефталата (ПЭФТ). Для плетения армирующего полотна для резинотканевых материалов возможно использование высокомодульных низкоусадочных полиэфирных нитей (HMLS).

3 Плетение армирующих нитей является плетением типа «рип-стоп», выполненное из полиэфирных нитей, а сама ткань относится к типу специальных технических. Ткани конкретного плетения в качестве армирующих в России не выпускаются. Наиболее близкие типы плетения к анализируемому – полотняное и рогожка.

4 Исследуемое полотно обладает экстремально высокими прочностными свойствами. Основной вклад в упруго-прочностные свойства вносит армирующий материал, резина же в свою очередь является защитным материалом, придает гибкость и фрикцию. Основные упруго-прочностные свойства материала при растяжении указаны в таблицах 3-5 заключения.

5 Рассматриваемая продукция принадлежит компании WCCO Belting (США). В основе полотна лежит корд на основе полиэфирной нити плетения типа «рип-стоп», на который методом обкладки на каландровой линии нанесена резина на основе синтетического изопренового каучука.

В качестве аналогичного по прочности материала нами предлагаются полотна на основе полиамидных нитей с полотняным плетением или рогожка (марки, свойства и регламенты представлены в таблицах 6-10 заключения). Однако у ряда тканей наблюдаются усадочные явления при нагревании, что необходимо учитывать при проектировании резинокордного полотна.

Также нами предлагается использовать ткани на основе полиэфирных нитей, используя не один, а два слоя в основном полотне. Марки и свойства предлагаемых тканей представлены в таблице 11 и 12 заключения.

Эксперт _____