

DOI: 10.34031/2618-7183-2022-5-1-5-14

*Дахно А.В., директор,
Смирнов Ю.П., кандидат технических наук,
заместитель директора по науке и новой технике,
Тененев А.В., главный конструктор,
Рылеева И.М., главный технолог,
Алферьева В.Е. *, начальник отдела
интеллектуальной собственности,
Волжский научно-технический комплекс (филиал) Волгоградского
государственного технического университета, Россия*
*Ответственный автор E-mail: ois@vntk-org.ru

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОСТОЙКИХ РУКАВОВ

Аннотация: в статье разработаны и освоены перспективные технологии производства теплостойких металлургических рукавов, которые включают использование синтетических материалов для силового каркаса и огнестойких – покровных волокнистых материалов. Выполнены экспериментальные исследования по снижению материалоемкости производства рукавов, за счет изменения технологии изготовления на стадии раскроя полос силового каркаса и сборке рукавов. Описана технология изготовления рукавов, предусматривающая введение в конструкцию рукава проволочную спираль, для предохранения рукавов от потери поперечной устойчивости и снижения радиуса изгиба. Рассмотрены технические кордные материалы для изготовления силового каркаса для рукавов различных видов на производстве. Освоена технология защиты наружной поверхности, предусмотрев создание бамперов различных конструктивных схем. С целью повышения температуростойкости эксплуатации металлургических теплостойких рукавов создана технология для изготовления рукавов на основе негорючих и огнестойких тканевых материалов, покрывающих рукава по наружной поверхности. Эксплуатация рукавов показала правильность разработанных технологий и выбор соответствующих материалов. Выполнены исследовательские работы по освоению новых огнестойких материалов для теплостойких рукавов. Отмечена перспективность использования инновационной технологии изготовления теплостойких металлургических рукавов.

Ключевые слова: теплостойкие рукава, технология изготовления, тепло- и температуростойкость, кордные материалы, материалы защитного покрытия, огнестойкие тканевые материалы

Введение

Волжский научно-технический комплекс как правопреемник Всесоюзного НИКТИ резиновой промышленности более 60 лет специализируется на создании новых конструкций и технологий, а также на производстве и поставках потребителям рукавов. Это напорные, напорно-всасывающие, всасывающие рукава; пульпопроводы, в том числе плавающие, рукава для перекачивания топлива и сжиженных углеводородных газов; рукава огнестойкие для плавильных печей металлургических производств, рукавные пакерующие элементы для нефтяных и газовых скважин и многие другие, то есть ассортимент рукавной продукции предприятия превышает 600 наименований.

Требования к большинству рукавов как сложные, так и трудновыполнимые, а зачастую и противоречивые. Так, например, металлургические рукава должны обеспечивать хорошую гибкость и при этом не удлиняться. Должны быть легкими и в то же время не терять поперечной устойчивости при изгибе. К пакерующим рукавным элементам для скважин предъявляются требования – удерживать высокие перепады давлений до 70,0 МПа при коэффициентах пакерования свыше 1,25 и при этом накладываются серьезные ограничения на диаметральные габариты, то есть стенка рукава должна быть прочной, а значит и объемной. Причем кратковременная температура капель расплавленного металла при эксплуатации металлургических рукавов достигает 1200°C и остывшие капли попадают на рукав вместе с плазменными языками огня, вырывающегося из печи. А при соприкосновении рукавов друг с другом капли остывающего металла участвуют в истирании стенки рукава. Температура рабочей среды в скважине нередко достигает 200°C, что снижает работоспособность сильно деформированного (раздутого под давлением) пакерующего элемента и, особенно стоящего на притоке пластовой жидкости при испытании скважины в течение 1,5÷2,0 часов.

Методы и материалы

Технология изготовления рукавов производится на вращающемся металлическом дорне (трубе) требуемого диаметра. На дорне собирают резиновую камеру и методом намотки спирально под требуемым углом к оси рукава укладывают силовой каркас из кордных нитей. Каждую полосу корда наматывают в противоположном направлении. Ширину полосы корда рассчитывают исходя из диаметра рукава и угла укладки корда вдоль оси рукава. Количество парных слоев корда на рукаве рассчитывают, обеспечивая прочностные характеристики рукава. В зависимости от диаметра и других требований, предъявляемых к рукаву, касающихся гибкости и прочности, рукав может содержать проволочную спираль, опоясанную в противоположном направлении кордной полосой с образованием нитями параболоида инженера Шухова между проволочками стальной спирали [1]. Наружное защитное покрытие рукава представляет огнестойкую ткань.

Известно, что на технические характеристики резинокордных рукавов оказывают большое влияние углы закроя и укладки силового каркаса, прочностные показатели нитей и технических тканей, составы и природа связующих материалов.

Казалось бы, что равновесные углы $54,7^\circ$ должны обеспечивать сохранность геометрических параметров резинокордного рукава под воздействием внутреннего избыточного давления. Но на практике это не так. Синтетические нити: лавсан, капрон, нейлон, полиэфирные (обычные) имеют удлинение от 10 до 25%. Правда другие более прочные и дорогостоящие нити – кевлар 49, кевлар 29, борные, угольные, стекловолокно, фортизан ограничиваются удлинением при разрыве до 5%. Нити из натуральных волокон – хлопок, вискоза, ацетатные нити имеют большое удлинение до 25% (кроме хлопка) при невысокой прочности на разрыв [2].

При теоретических расчетах прочности рукава принимают граничное условие, что нити силового каркаса – нерастяжимы. Хотя экспериментальные исследования и практика эксплуатации показывают, что рукав даже с равновесными углами удлиняется на $8\div 15\%$ (зависит от плотности укладки и опрессовки силового каркаса). Например, длина кордной нити в рукаве диаметром 0,20 м и длиной 12 м с равновесным углом укладки составляет более 35 метров. И если даже в процессе эксплуатации рукав не находится на пределе своей прочности, а испытывает всего $40\div 50\%$ своих прочностных возможностей, то силовая кордная нить уже удлинится и удлинится рукав на $1,4\div 1,5$ м. Таким образом, теоретические предпосылки и результаты эксперимента сводятся к тому, что в рукаве необходимо сократить длину силовых кордных нитей. За счет чего?

Следует изменить технологию изготовления рукава на стадии раскроя полос силового каркаса и сборке рукава на дорне. Выполненные теоретические и экспериментальные исследования по снижению материалоемкости рукава и сокращению его удлинения от внутреннего избыточного давления показали, что изменение в одной паре силовых слоев углов укладки корда с равновесных углов на углы $25\div 30$ и $80\div 85^\circ$ позволяют уменьшить длину нитей (применительно к рукаву $0,20 \times 12$ м) примерно на 15 метров и снизить относительное остаточное удлинение более чем в 2 раза, и сократить материалоемкость рукава по корду на $30\div 36\%$ (зависит от способа и технологии заделки концов силового каркаса).

В свою очередь уменьшение материалоемкости рукава ведет к ослаблению его стенки за счет сокращения её толщины и потере поперечной устойчивости при изгибе. Чтобы предохранить рукав от потери поперечной устойчивости и чтобы снизить радиус изгиба технология изготовления рукава предусматривает введение в конструкцию рукава проволочной спирали. Расчеты параметров спиральной укладки на рукав стальной проволоки и эксперименты свидетельствуют, что выбор диаметра проволоки, её марки и шага навивки в первую очередь зависят от требуемого радиуса изгиба и, во-вторых, от наружного диаметра рукава. В табл. 1 приведены примерные параметры проволочной спирали для некоторых рукавов и радиусов изгиба.

Таблица 1

Примерные параметры проволочной спирали для некоторых рукавов и радиусов изгиба

Table 1

Approximate parameters of a wire spiral for some sleeves and bending radii

№ п/п	Диаметр рукава, м	Радиус изгиба, м	Диаметр проволоки, м	Шаг навивки, м
1.	0,05	0,05	0,002	0,015
2.	0,10	1,5	0,0028	0,015
3.	0,15	1,5-2,0	0,003-0,0035	0,019-0,025
4.	0,20	2,5-3,5	0,0045-0,005	0,019-0,022
5.	0,25	4,0	0,0045-0,005	0,025

Чтобы снизить напряжения и упругие деформации в проволоке при её навивке на рукав и спираль на рукаве не «пушила», технология навивки предусматривает установку на суппорте сборочного станка навивочной каретки, снабженной специальным роликовым устройством. Проволока, проходя через роликовое устройство, предварительно деформируется до требуемого диаметра спирали и укладывается на рукав. Для короткометражных и большого диаметра свыше 0,5 м рукавов проволочную спираль требуемых размеров предварительно заготавливают на проволочкогибочном оборудовании. Затем готовую спираль устанавливают на рукав, опрессовывают кордной лентой и бинтуют перед вулканизацией.

Выбор кордного материала, количество обмоточных слоев рассчитывают в зависимости от рабочего давления и от технических требований к рукаву. Для изготовления силовых каркасов для рукавов различных видов на производстве используют технические кордные ткани, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Технические кордные ткани, используемые на производстве для рукавов различных видов

Table 2

Technical cord fabrics used in production for sleeves of various types

Тип волокна Показатели	Ткань кордная капроновая				Ткань кордная полиамидная
	232 КНТС-П	232 КНТС	302 КНТС-П	352 КНТС-П	К-10-2-3
Ширина, м	1,40±0,02	1,48±0,02	1,40±0,02	1,40±0,02	0,79±0,02
Толщина, м	0,00069± 0,00003	0,00070± 0,00003	0,00076- 0,00082	0,00084± 0,00003	0,0011± 0,00003
Кол-во нитей на 0,1м: - основа - уток	84±1 7±1	75±1 10±1	78-80 9-11	79±1 10±1	80±2 35±2
Разрывная нагрузка нити, не менее: Н (кгс)	211 (21,0)	230 (23,0)	289 (28,0)	328 (32,0)	полоса 0,025x0,2 м 6200 (620,0)
Температура применения, °С	до 215				160
Разрушение при температуре, °С	440				210
Стоимость, руб. /пог.м	от 170	от 180	от 246	от 253	от 230

В табл. 2 указаны только основные кордные материалы. Они отличаются по толщине нитей от 0,00069 до 0,0011 м и ценой от 170 до 250 руб./пог. м. Причем кордная полиамидная ткань К-10-2-3 с пересчетом на ширину полотна 0,14 м дороже и составляет более 407 руб./пог.м. Капроновая кордная ткань 352 КНТС-П более прочная, разрывная нагрузка нити превышает 328 Н. Теплостойкость капронового корда марки КНТС превышает теплостойкость полиамидного К-10-2-3.

Прочностной расчет металлургических рукавов диаметром до 0,10 м и внутренним избыточным давлением 0,63 МПа свидетельствует, что в технологии их изготовления достаточно ограничиться капроновым кордом 232 КНТС-П и 232 КНТС. При толщине нити 0,0006÷0,0007 м полотно при технологической переработке легкое и невысокой стоимости, что позволяет снизить себестоимость производства при обеспечении заданных технических характеристик. Технология производства аналогичных по диаметру рукавов, но для рабочих давлений 1,0 МПа производится с использованием капроновых кордов 302 КНТС-П и 352 КНТС-П и однопарного силового слоя. Для рукавов диаметром от 0,10 до 0,15 м технология предусматривает двухпарный силовой слой из корда повышенной прочности 352 КНТС-П с толщиной нити 0,00084 м. Для рукавов диаметром свыше 0,15 м используют трехпарный слой из термообработанного капронового корда 352 КНТС-Т, полиэфирную лавсановую нить 675 текс или полиамидный корд К-10-2-3. Отметим, что термообработанные капроновый и полиамидный корды более жесткие, чем корды «суровье» и поэтому использовать их после технологической подготовки следует оперативно.

Для контроля степени истираемости наружного покрытия в процессе эксплуатации рукава предусмотрены сигнальные слои. В рукавах под наружным покрытием используют два сигнальных слоя, снаружи под покрытием желтый и глубже красный резиновые слои. Между сигнальными слоями прокладывают кремнеземную сетку. Истирание наружного покрытия при появлении красного резинового слоя сигнализирует о необходимости произвести замену рукава.

Помимо сигнальных цветных слоев, контролирующих степень износа (истирания) наружной поверхности металлургических рукавов, на предприятии разработана технология обустройства на рукаве бандажей в виде толстостенных резиновых втулок. Диаметр втулок превышает наружный диаметр рукава на $0,04 \div 0,05$ м. Бандаж привулканизован к рукаву с определенным шагом. Предполагается что при монтаже в связке нескольких рукавов, рукава будут соприкасаться по месту контакта бандажей. И капли расплавленного и остывшего металла будут скатываться по рукавам между промежутками бандажей. Но на практике дело обстоит иначе. Рукава, отяжеленные бандажом, удлиняются и изгибаются неодинаково и длина рукавов различна, учитывая монтаж заделки их концов на присоединительной арматуре, поэтому бандажные втулки не всегда контактируют друг с другом. Вследствие чего отдельные втулки одного рукава трутся о наружный слой другого рукава, истирая его (рис. 1). Для противодействия подобному явлению освоена технология изготовления металлургических рукавов со спиральным монолитным бампером (рис. 2) с плавным арочным профилем его поперечного сечения. Уже такие рукава касались и контактировали в связке только своими бамперами. Высота профиля бампера не превосходила $0,025$ м. Однако такой бампер сильно утяжеляет рукав. И тем более, рукав заполняют проточной водой для охлаждения электрических токонесущих кабелей внутри его, и ещё более его утяжеляя. Снижалась надежность его присоединительных узлов по концам рукава. Для решения задачи, чтобы облегчить рукав, создана и освоена новая технология производства облегченного спирального бандажа (рис. 3). Она сводилась к тому, что спиральный резиновый бандаж выполнен на рукаве ячеистой конструкции [3]. То есть тело поперечного сечения арочного профиля бандажа приобретало структуру, состоящую из полостей попеременно чередующихся с поперечными монолитными разделяющимися стенками, то есть бандаж представлял собой изнутри ячеистую структуру. При увеличении толщины бандажа до $0,025 \div 0,030$ м масса его снизилась более чем в 2 раза в сравнении с монолитным спиральным бандажом. На рис. 4 показана обвязка плавильной индукционной печи водоохлаждаемыми рукавами, оснащенными резиновыми спиральными бандажами.

Защитив подобным образом наружную поверхность рукава от взаимных контактов и истирания, масса рукава, в конечном итоге, увеличивается. И проявился другой вид повреждения рукава – локальный прорыв стенки в окрестности концевой заделки слоев корда у фланца рукава. Это связано с тем, что растягивающие, изгибающие знакопеременные нагрузки и вибрации приводят к размягчению стенки, разрыхлению слоя кордовых нитей и в конечном счете – локальному порыву и разгерметизации. Для усиления зоны концевой заделки в технологии сборки обоих концов рукава изменили угол укладки кордных нитей. Если один из подслоев рукава собирали под углом $15 \div 20^\circ$ к оси, то на длине $0,50 \div 0,70$ м от торца рукава угол укладки устанавливали $52 \div 54^\circ$. Тем самым добивались повышения плотности укладки корда в слое в 1,6 раза, как соотношение величин косинусов данных углов. Это одно, и другое – близкий к равновесному углу $\approx 54^\circ$ меньше подвержен перемещениям под нагрузкой внутренним давлением, чем кордовый слой под углом $15 \div 20^\circ$, что упрочняло и повышало стойкость концевых участков рукава. Равноценность основных технических характеристик рукавов с углом укладки кордовых нитей под $15 \div 20^\circ$ по всей длине рукава и с переменным углом укладки нитей $52 \div 54^\circ$ на концевых участках рукава, как видим, не отражают сходной степени их надежности. Последний оказался намного долговечнее.

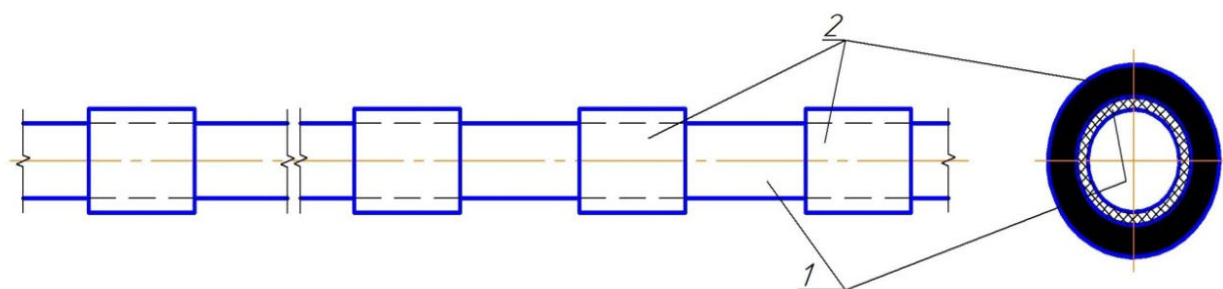


Рис. 1. Рукав с бампером в виде отдельного ряда втулок из резины: 1 – рукав; 2 – бампер
Fig. 1. A sleeve with a bumper in the form of a separate row of rubber bushings: 1 – sleeve; 2 – bumper

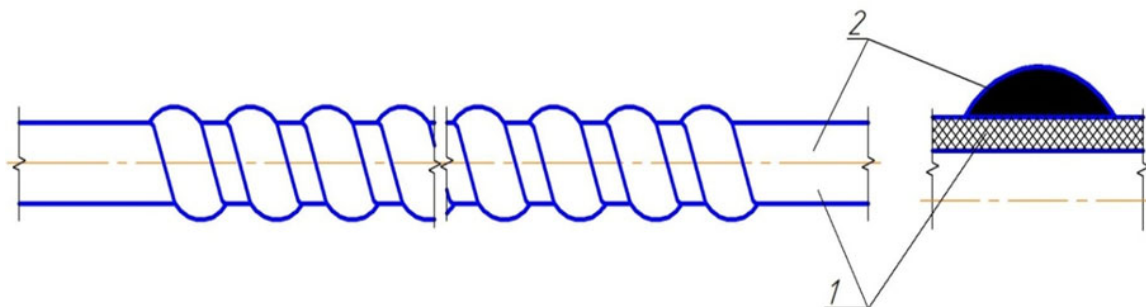


Рис. 2. Рукав со спиральным монолитным бампером из резины: 1 – рукав; 2 – бампер
Fig. 2. Sleeve with spiral monolithic bumper made of rubber: 1 – sleeve; 2 – bumper

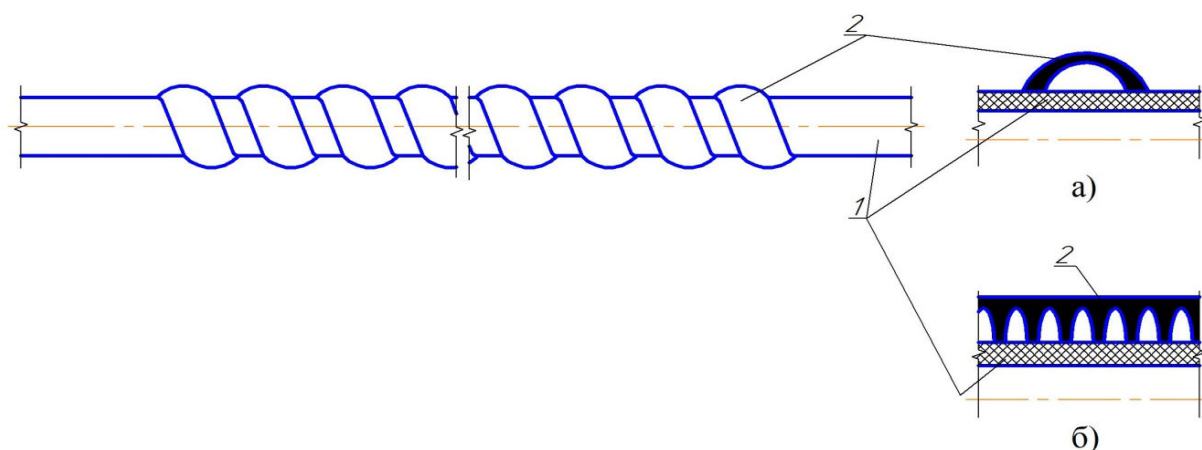


Рис. 3. Рукав со спиральным ячеистым бампером из резины: 1 – рукав; 2 – бампер;
а) поперечное сечение бампера; б) продольное сечение бампера
Fig. 3. A sleeve with a spiral cellular bumper made of rubber: 1 – sleeve; 2 – bumper;
a) the cross section of the bumper; b) the longitudinal section of the bumper

Технология изготовления металлургических рукавов с переменным углом укладки по концам рукава так же с успехом используется для сборки пакерующих элементов для испытания скважин [4]. Удерживаемый перепад давлений пакерующего элемента с переменным углом укладки корда торцевой защиты диаметром 0,243 м и коэффициенте пакерования 1,2 при стендовых испытаниях возрстал на 7,0÷8,0 МПа по сравнению с отсутствием торцевой защиты.

Результаты и обсуждения

С целью повышения температуростойкости эксплуатации металлургических теплостойких рукавов создана технология для изготовления рукавов на основе негорючих и огнестойких тканевых материалов табл. 3 [5], покрывающих рукава по наружной поверхности.

Таблица 3

Показатели негорючих и огнестойких тканевых материалов

Table 3

Indicators of non-combustible and fire-resistant fabric materials

Тип волокна Показатели	Ткань асбестовая АТ-1м	Ткань керамическая (безасбестовая)		Ткань кремнеземная		
		ТК-1	ТК-2	Кремнеземная лента КЛ-11-9,4	Кремнеземная ткань КТ-11-ТОА	Кремнеземная сетка КС-11-ЛА (88)
Переплетение	полотняное	сетчатое	сетчатое	полотняное	полотняное	ложный ажур
Ширина, м	1,04÷1,70	1,04÷1,55	1,04÷1,55	0,94±0,004	0,82±0,03	0,82÷1,00
Толщина, м	0,0016±0,000 2	0,0016±0,00 02	0,0021± 0,0002	0,00035± 0,00005	0,00044± 0,00006	0,00056± 0,00006

Продолжение таблицы 3
Table 3 continuation

Поверхностная плотность, г/м ²	1,00±0,10	0,85±0,05	1,10±0,15	0,25±0,02	0,30±0,02	0,53±0,06
Кол-во нитей на 0,10 м: - основа - уток	80±2 42±2	34±1 36±1	60±2 32±2	90±2 90±2	90±2 80±2	32±1 27±1
Разрывная нагрузка, не менее, Н (кгс): - основа - уток	полосы 0,05x0,10 м					
	700 (70) 300 (30)	500 170	750 600	884 (90) -	882 (90) 784 (80)	1470 (150) 980 (100)
Температура применения, С	400-450	1100		1200		
Разрушение при температуре, °С	500	1250		1800		
Стоимость, руб./ кг м ² пог. м				от 44		
					от 270	
	от 550	от 1900				от 400

Из табл. 3 видно, что тканевые огнестойкие материалы имеют в основном полотняное переплетение примерно равных по количеству и прочности нитей основы и утка. Ткани сетчатого и ажурного переплетения имеют поверхностную плотность меньше, чем первые, то есть они более сыпучие, но лучше промазываются сырой резиной на каландре, и их разрывная нагрузка несколько ниже. Что же касается температуры окружающей среды при эксплуатации, то все ткани практически одинаковы по теплостойкости, достигающей 1000°C. Несколько ниже теплостойкость хризолитового асбеста в ткани АТ-1М, однако её применение более предпочтительно в экологическом отношении в сравнении с другими асбестами. В таблице не приведена ткань из асбесто-стекловолокна, не зарекомендовавшая себя в производстве, так как при её технологической переработке для рукавов стекловолоконная пыль вызывает резкое раздражение кожного покрова и дыхательных путей. Хотя в отдельных случаях асбестоклоткань в готовом виде (без переработки, резки, обрезинивания) с успехом используется как, например, укрывной материал на тех же металлургических производствах.

Все тепло-огнестойкие материалы проходят предварительные технологические операции перед использованием их для изготовления рукавов. Их промазывают или односторонне обкладывают полосой сырой теплостойкой резиновой смеси. Закатывают в рулон и режут на полосы требуемой ширины, затем спирально сплошь наматывают на рукав или ограниченно – между бандажами. Полосы сетчатых полотен, промазанных резиной, очень хорошо крепятся на наружной поверхности рукава. Но впоследствии в процессе эксплуатации резина в ячейках сетки начинает выгорать и, как бы оголяясь, нити сетки начинают распушаться. Процесс усугубляется ещё и тем, что рукава вибрируют и при колебании внутреннего избыточного давления воды несколько удлиняются или сокращаются. Обложенные резиной кремнеземные и керамические полотна слабее крепятся на наружной поверхности рукава, но гладкая поверхность ленты, не большой коэффициент трения повышают их долговечность. Важно отметить, рукава с кремнеземным и керамическим покрытием работоспособны под действием температуры до 1000°C, а кратковременно – до 1400°C.

К новому направлению изготовления теплостойких металлургических рукавов следует отнести использование огнестойких полос и нитей табл. 4 [6]. Однако не все огнестойкие нити отечественным производством не перерабатываются в слабо уточное полотно. В основном производятся полосы полотняного равноуточного с основой плетения и нити в шпулях. Полосы шириной 0,1 м целесообразно использовать для внешнего защитного огне и износостойкого покрытия металлургических рукавов. Они прочны, износостойки, долговечны, но дороги. Более рациональное применение в технологии изготовления рукавов нашли нити в качестве силового каркаса, уложенные под определенным углом к оси рукава.

Таблица 4

Показатели огнестойких полос и нитей

Table 4

Indicators of fire-resistant strips and threads

Тип волокна (ткани) Показатели	Полоса и нить арамидные		Полоса и нить углеродные	Полоса и нить базальтовые		
	Кевлар	Руслан		Сатин	Кремнеземная ткань	Кремнеземная сетка
			Карбон			
Переплетение	полотняное, саржевое, атласное вафельное		полотняное, саржевое	сатин	полотняное	полотняное
Ширина, м	1,0±0,02	1,05±0,02	1,0±3,0	1,0±0,02	1,0±0,02	1,0±0,02
Толщина, м	0,00025±0,00002	0,00025±0,00003	0,00025-0,00003	0,0003±0,00003	0,00026±0,00003	0,00019±0,000025
Поверхностная плотность, кг/м ²	0,21±0,005	0,22±0,005	0,13-0,80	0,390±0,025	0,270±0,020	0,210±0,020
Кол-во нитей на 0,01 м: - основа - уток	9±1	10±1	7,5±1	20±1 9±1	16±1	10±1
	9±1	10±1	2,5±1		8±1	9±1
Кол-во нитей на 0,10 м: - основа - уток	90±2	100±5	75±2	200±2 90±2	160±2	100±2
	90±2	105±5	25±2		80±2	90±2
Разрывная нагрузка, не менее, Н(кгс): - основа - уток	полоса 0,025x0,20 м					
	2390(244)	3430(350)	от 300(31)	1430(145)	1425(145)	784(79)
	2390(244)	3528(360)	6000(612)	1300(130)	784 (80)	784(79)
Температура применения, °С	400		450	до 982		
Разрушение при температуре, °С	1000		2000	1450		
Стоимость, руб./м ² пог. м	от 2000		от 2000	от 195	от 150	от 95

Угольные нити (карбон) имеют высокую теплостойкость, обладает виброгасящими свойствами [7]. Углеволокно имеет высокую прочность, обладает теплоизоляционными свойствами. Температура применения 450° С. Но карбон и руслан ломкие материалы [8].

У нитей базальтового волокна показатели по разрывной нагрузке от 79 кг по основе и по утку. Ткани из базальтового волокна имеют высокую температуру применения и меньшую стоимость от 95 руб./м² в сравнении с другими огнестойкими нитями. Они способны заменить керамические и кремнеземные ткани. Базальтовые ткани обладают рядом уникальных свойств: экологически чистый материал, высокая термостойкость, негорючесть, температура постоянного применения до 982°С, материал виброустойчив.

На предприятии создана технология, спроектирована и освоена линия, состоящая из шпулярика для разматывания шпуль, адаптивная система укладки нитей в полосу с натяжителем в сочетании с каландром 5x0,20x0,63, охлаждающим и закаточным устройствами. Адаптивная система компоновки нитей в полосу без утка совместно с резиновой лентой, требуемых ширины, шага их укладки в полосу; а так же различных по своей природе, структуре, толщине, прочности значительно повышает продуктивность подготовки полуфабрикатов (заготовок) перед сборочными операциями рукавов на дорне.

Особенного отношения требовала технология концевой заделки нитей в поворотных (вращающихся) фланцах рукавов в случае их использования в качестве силового каркаса, так как, например, стекловолоконные и угольные нити при резком перегибе могут разрушиться. Акриловые (нитрон), арамидные (кевлар) и базальтовые нити качественно обрезаются и затруднений в технологии изготовления рукавов не вызывало.

Выводы

Учитывая дороговизну отдельных огнестойких нитей и особенности предварительной технологической подготовки перед сборкой рукавов, следует их отнести к инновационной технологии изготовления теплоустойчивых металлургических рукавов.

Экономичность при выборе материалов не должна противопоставляться только их низкой стоимости, так как окончательный выбор зависит от технологичности материала, решительно влияющую на эксплуатацию рукава. Но применение высококачественных более дорогих материалов в большинстве случаев определяет – повышение срока службы рукавов, снижение их веса.

Обширный ассортимент производимых металлургических теплоустойчивых рукавов диаметрами от 0,02 до 0,25 м с защитными покрытиями из различных огнестойких материалов и различных конструктивных решений концевых заделок (ниппельные, фланцевые, вращающиеся, поворотные, муфтовые и др.), а так же отличных по технологии раскроя и сборки силовых каркасов рукавов предприятие ежегодно поставляет рукава более чем 30-ти потребителям: металлургические заводы Волжский, Балаково, Оскольский, Приокский, Сукремельский чугунный, Гомельский, заводы Урала и др.; а так же известным компаниям Молдавии, Узбекистана, ООО Термокабель, ООО Фондметалл, заводы Новороссийский прокатный, Екатеринбургский индукционного оборудования и многие другие.



Рис. 4. Обвязка плавильной индукционной печи водоохлаждаемыми рукавами, оснащенными резиновыми спиральными биндажами
Fig. 4. Binding of the melting induction furnace with water-cooled sleeves equipped with rubber spiral bandages

Литература

1. Дахно А.В., Воробьев Г.А., Смирнов Ю.П., Шиповский И.Я., Кулик О.Г. Напорно-всасывающий рукав // Промышленное производство и использование эластомеров. 2011. № 2. С. 28 – 29.
2. Дахно А.В., Каблов В.Ф., Смирнов Ю.П., Шиповский И.Я., Кулик О.Г. Деформационный расчет рукавов // Промышленное производство и использование эластомеров. 2012. № 3. С. 23 – 25.
3. Дахно А.В., Смирнов Ю.П., Рылеева И.М., Рыженко Е.В. Пат. № 189903 Российская Ф., МПК: F16L 11/00. Рукав для силового кабеля / заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» – № 2019107104; заявл. 12.03.2019 г., опубл. 11.06.2019 г., Бюл. № 17.
4. Дахно А.В., Смирнов Ю.П., Тенев А.В., Рыженко Е.В. Пат. № 201945 Российская Ф., МПК: E21 B 33/00. Рукав уплотнительный для пакера / заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» – № 2020126924; заявл. 12.08.2020 г., опубл. 21.01.2021 г., Бюл. № 3.
5. <https://tekstyleeko.ru/pro-tkani/tehnicheskie-tkani-bazal-tovye-kremnezemnye-asbestovye-svoystva-primenenie.html> Технические ткани – базальтовые, кремнеземные, асбестовые, свойства, применение

6. Сабирзянова Р.Н., Красина И.В. Ассортимент и область применения огнестойких текстильных материалов // Вестник технического университета. 2014. Т. 17. № 22. С. 101 – 105.

7. <https://zemplakihmao.ru/graphics/mir-sovremennyh-materialov---uglerodnye-voлокna-ugleplastiki-izgotovlenie-svoistva-i-primenenie> Мир современных материалов – углеродные волокна. Углепластик: изготовление, свойства и применение углеродного волокна.

8. Сергеева Е.А., Костина К.Д. Анализ ассортимента арамидных волокон и их свойств // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 14. С. 124 – 125.

References

1. Dakhno A.V., Vorobyev G.A., Smirnov Yu.P., Shipovsky I.Ya., Kulik O.G. Pressure-suction sleeve. Industrial production and use of elastomers. 2011. 2. P. 28 – 29. (rus.)

2. Dakhno A.V., Kablov V.F., Smirnov Yu.P., Shipovsky I.Ya., Kulik O.G. Deformation calculation of sleeves. Industrial production and use of elastomers. 2012. 3. P. 23 – 25. (rus.)

3. Dakhno A.V., Smirnov Yu.P., Ryleeva I.M., Ryzhenko E.V. Pat. 189903 Russian Federation, IPC: F16L 11/00. The sleeve for the power cable. applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Technical University” – 2019107104; application 12.03.2019, publ. 11.06.2019, Bul. 17 (rus.)

4. Dakhno A.V., Smirnov Yu.P., Tenenev A.V., Ryzhenko E.V. Pat. 201945 Russian Federation, IPC: E21B 33/00. Sealing sleeve for packer. applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Technical University” – 2020126924; application 12.08.2020, publ. 21.01.2021, Byul. 3. (rus.)

5. <https://tekstyleeko.ru/pro-tkani/tehnicheskie-tkani-bazal-tovye-kremnezemnye-asbestovye-svoystva-primenenie.html> Technical fabrics – basalt, silica, asbestos, properties, application (rus.)

6. Sabirzyanova R.N., Krasina I.V. Assortment and scope of fire-resistant textile materials. Bulletin of the Technical University.. 2014. 17 (220). P. 101 – 105. (rus.)

7. <https://zemplakihmao.ru/graphics/mir-sovremennyh-materialov---uglerodnye-voлокna-ugleplastiki-izgotovlenie-svoistva-i-primenenie> The world of modern materials – carbon fibers. Carbon fiber: manufacture, properties and application of carbon fiber. (rus.)

8. Sergeeva E.A., Kostina K.D. Analysis of the assortment of aramid fibers and their properties. Bulletin of the Technological University. 2015. 18 (14). P. 124 – 125. (rus.)

*Dakhno A.V., Director,
Smirnov Yu.P., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.),
Deputy Director for Science and New Technology,
Tenenev A.V., Chief Designer,
Ryleeva I.M., Chief Technologist,
Alferyeva V.E. *, Head of the Intellectual Property Department,
Volzhsky Scientific and Technical Complex (branch)
Volgograd State Technical University, Russia*
*Corresponding author E-mail: ois@vntk-org.ru

THE PRACTICE OF USING TECHNICAL FABRICS IN THE PRODUCTION OF HEAT-RESISTANT SLEEVES

Abstract: the article has developed and mastered promising technologies for the production of heat-resistant metallurgical hoses, which include the use of synthetic materials for the power frame and fire-resistant - cover fibrous materials. Experimental studies have been carried out to reduce the material consumption of the production of sleeves, due to changes in manufacturing technology at the stage of cutting the strips of the power frame and assembling the sleeves. A sleeve manufacturing technology is described, which provides for the introduction of a wire spiral into the sleeve design to protect the sleeves from loss of transverse stability and reduce the bending radius. Technical cord materials for the manufacture of a power frame for sleeves of various types in production are considered. The technology of protecting the outer surface has been mastered, providing for the creation of bumpers of various design schemes. In order to increase the temperature resistance of the operation of metallurgical heat-resistant sleeves, a technology has been created for the manufacture of sleeves based on non-flammable and fire-resistant fabric materials covering the sleeves on the outer surface. The operation of the hoses showed the correctness of the developed technologies and the choice of appropriate materials. Research work on the development of new fire-resistant materials for heat-resistant hoses has been carried out. The prospects of using innovative technology for manufacturing heat-resistant metallurgical hoses are noted.

Keywords: heat-resistant sleeves, manufacturing technology, heat and temperature resistance, cord materials, protective coating materials, fire-resistant woven materials

Для цитирования: Дахно А.В., Смирнов Ю.П., Тененев А.В., Рылеева И.М., Алферьева В.Е. Практика использования технических тканей в производстве теплостойких рукавов // Строительные материалы и изделия. 2022. Том 5. № 1. С. 5 – 14. DOI: 10.34031/2618-7183-2022-5-1-5-14

For citation: Dakhno A.V., Smirnov Yu.P., Tenenev A.V., Ryleeva I.M., Alferyeva V.E. The practice of using technical fabrics in the production of heat-resistant sleeves. Construction Materials and Products. 2022. 5 (1). P. 5 – 14. DOI: 10.34031/2618-7183-2022-5-1-5-14

*Поступила в редакцию 25 декабря 2021 г.
Принята в доработанном виде 11 января 2022 г.
Одобрена для публикации 8 февраля 2022 г.*

*Received: December 25, 2021.
Revised: January 11, 2022.
Accepted: February 8, 2022.*