



Системы электрической изоляции для тяговых двигателей

We Enable Energy

Фон Ролл (Von Roll) - одна из старейших промышленных групп Швейцарии, основана в 1803 году. Мы специализируемся на продуктах и системах для электродвигателей и машиностроения, для производства, передачи и распределения энергии. Von Roll является одним из лидеров мирового рынка и единственной компанией, предлагающей полный перечень изоляционных и конструкционных материалов, консультационные услуги, тестирование и другие услуги для электротехнической промышленности.

На протяжении более 100 лет наша компания вносила существенный вклад в развитие рынка данной продукции, разрабатывая множество инновационных продуктов, применение которых позволило постоянно повышать выходную мощность машин и уменьшать их габариты.

Преимущества, которыми пользуются наши заказчики:

- » Работа с единым поставщиком всех изоляционных материалов
- » Полная экспертиза производства, передачи и использования электроэнергии
- » проверенная совместимость компонентов системы
- » Испытания материалов и систем, проводимые компанией Von Roll
- » Консультирование по технологии применения
- » Учебные курсы по изоляционным материалам и системам

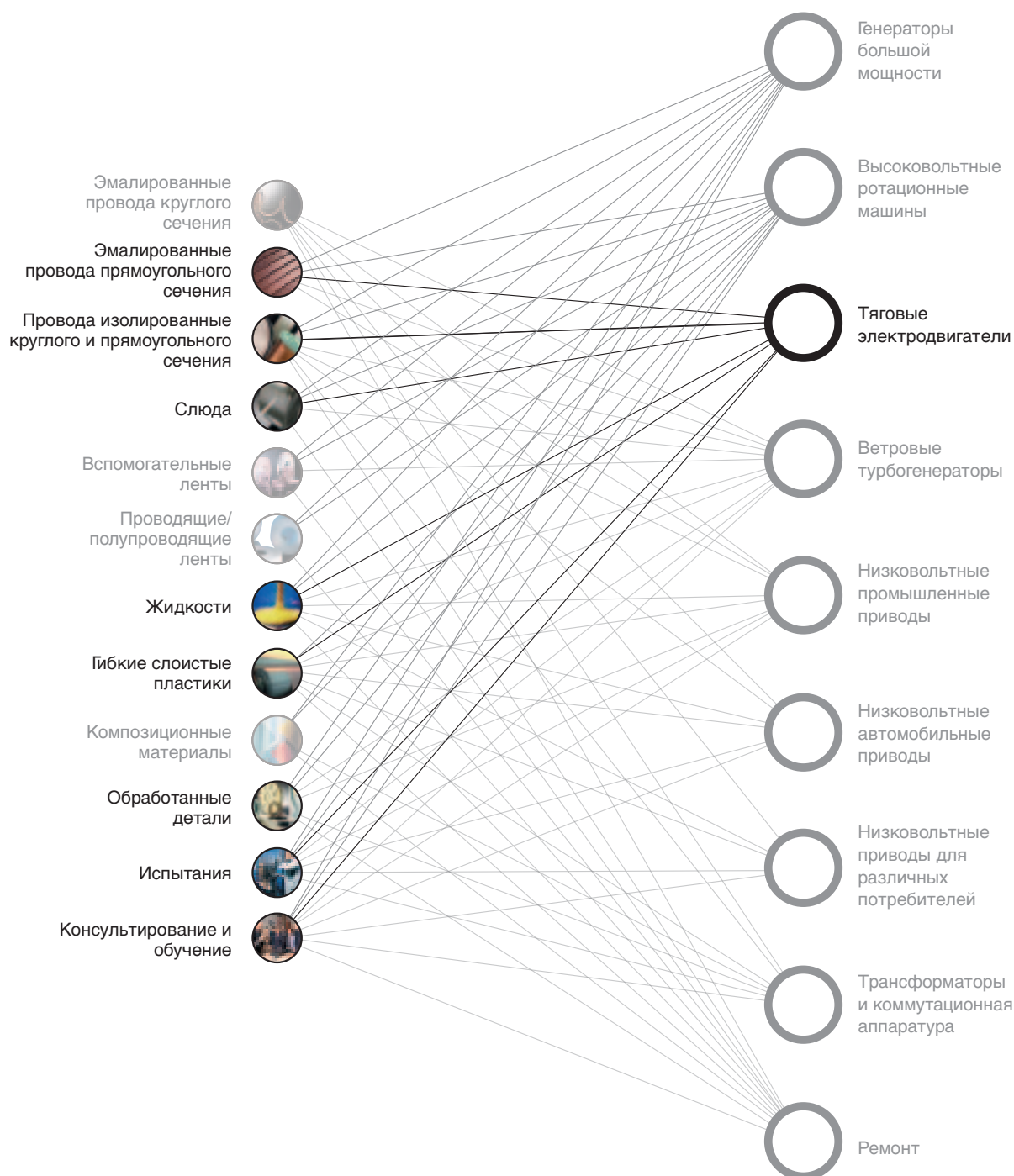
Von Roll продолжает активно содействовать производителям в сокращении затрат и в постоянном повышении КПД и удельной мощности тяговых электродвигателей. Являясь основным производителем материалов индивидуальных систем изоляции, мы можем предложить любые материалы, отвечающие всем требованиям, как технологии на основе предварительно пропитанных лент (RR-технология), так и технологии вакуум-нагнетательной пропитки (VPI).

Эти двигатели приводят в действие железнодорожные локомотивы, многосекционные поезда, трамваи и поезда метро, а также используются в небольших транспортных средствах, а именно в автомобилях, работающих при напряжениях не выше 3.3 кВ с выходной мощностью до 1800 кВт. Для минимизации веса разрабатываются компактные двигатели, которые работают при экстремальных температурах и повышенном электростатическом напряжении, в жестких условиях окружающей среды. Помимо полного ассортимента специализированных изоляционных материалов Von Roll разработал основные материалы, отвечающие работе в этих условиях:

- » Изоляция проводников из эмали и стекла в качестве альтернативы полиэфиримидной пленке
- » Полиэфиримидные пропиточные смолы заполняют пробел между силиконом и другими смолами
- » Бандажные ленты, усиленные Кевларом



Наша продукция для тяговых двигателей



Von Roll предлагает законченные системные решения для каждого из сегментов рынка, которые показаны на этой схеме. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, свяжитесь с нами или посетите наш веб-сайт www.vonroll.com.

Многообразие систем изоляции

Von Roll постоянно следит за изменениями в системах изоляции, происходящими в последние десятилетия. Растущая возможность использования надежной и эффективной силовой электроники создала в некоторых регионах серьезные возможности роста применения асинхронных двигателей переменного тока с инверторным приводом. В мире производятся оба вида двигателей, как двигатели постоянного тока, так и асинхронные двигатели переменного тока с инверторным приводом.

Изоляционные системы, используемые различными производителями тяговых электродвигателей, можно классифицировать по типам двигателей и по типу конструкции корпусной изоляции:

- » Обмотка якоря может быть расположена на роторе, как в двигателях постоянного тока, или на статоре, как в двигателях переменного тока
- » Для изоляции может применяться технология вакуум-нагнетательной пропитки (VPI), так и технология на основе предварительно пропитанных лент (RR)
- » Для корпусной изоляции может использоваться пропиточная смола на основе силикона, ненасыщенных полиэфиримидов, эпоксидной смолы или полиэфира.

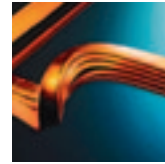
Существует большое количество разновидностей изоляционных материалов для использования в двигателях различных конструкций.

Применение	Изоляционный материал	Двигатели постоянного тока	Двигатели переменного тока
Изоляция проводников	Эмаль+стекло, эмаль+стекло и полиэфир или полиимидная пленка	•	•
Основная изоляция	Слюдяные ленты, полиимидная пленка	•	•
	Тканые стеклоленты	•	•
	Пропиточная смола	•	•
Пазовые клинья	Пазовая изоляция	•	•
	Пазовые клинья ротора	•	
	Пазовые клинья статора		•
Лобовая часть	Бандажные кольца		•
	Шнуры		•
	Уплотнитель катушек	•	
Коллектор	Пластины коллекторов	•	
	Кольцевое уплотнение V-образного сечения	•	
Бандажная защита якоря	Бандажные ленты	•	



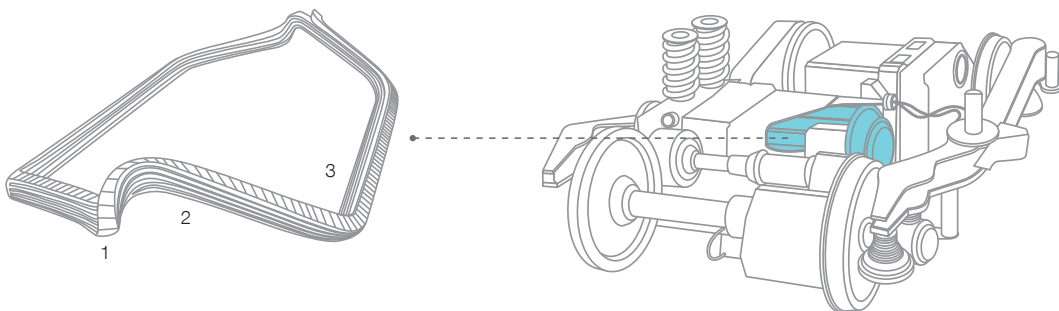


Обмоточные провода



Эксплуатация двигателей при высоких нагрузках означает, что изоляция обмоточных проводов не может быть простой. Выбор обусловлен влиянием изоляции на повышение тепловых характеристик, механической прочности, диэлектрической прочности, возможностью скрепления с пропиточной смолой и, в некоторых случаях, устойчивостью к частичным разрядам. Каков бы ни был ваш выбор, Von Roll может обеспечить необходимое качество изоляции.

	Увеличение, обусловленное использованием изоляции (мм)	TI, °C	Механические свойства	Устойчивость к коронному разряду
Эмаль + стекло (Silix)	0.23–0.32	155 180 200	средние	средняя
VS 220 VF	0.15–0.19	220	очень хорошие	средняя
полиимидная пленка с фторопластовым (FEP) покрытием (1 слой внахлест на половину ширины ленты)	0.15–0.19	240	низкие	низкая
полиимидная короностойкая (CR) пленка с фторопластовым (FEP) покрытием (1 слой внахлест на половину ширины ленты)	0.15–0.19	240	низкие	хорошая
VS 240 VF	0.15–0.19	240	очень хорошие	средняя
VS 240 V (P)	0.20–0.25	240	очень хорошие	средняя
полиимидная пленка с фторопластовым (FEP) покрытием (1 слой внахлест на половину ширины ленты + стекло)	0.30–0.41	240	хорошие	средняя



1. Эмаль + стекло VS240 V; 2. Samicapor® 366.86; 3. Damisol® 3551



Ленты для технологии VPI

Von Roll широко использует слюду при производстве материалов. Освоен полный технологический процесс переработки слюды. Он начинается с разработки месторождения, подготовки щипаной слюды и слюдинитовой бумажной массы, а также окончательного производства слюдяных лент в соответствии с высочайшими стандартами для использования в системах корпусной изоляции.

У компании есть решения конкретных задач, стоящих перед клиентами, по улучшению качества высоковольтной изоляции и повышению экономической эффективности.

На основе Samicapac® Von Roll разработала ассортимент слюдяных лент для VPI технологии, которые удовлетворяют требованиям к пазовой изоляции лобовых частей обмотки, а именно:

- » Имеют высокую электрическую прочность
- » Отличные тепловые характеристики
- » Обладают стойкостью к коронному разряду
- » Быстро и легко пропитываются
- » Хорошо удерживают пропиточные материалы (без вытекания)
- » Равномерно накладываются, без складок
- » Могут наматываться при помощи высокопроизводительных станков или вручную
- » Полностью совместимы с рекомендуемыми системами смол



Использование слюды Von Roll начинается с разработки месторождения и заканчивается производством проводов с изоляцией из слюдяной ленты.



Смолы VPI

Выбор смолы является определяющим для тепловых характеристик тяговых электродвигателей, но к выбору надо подходить комплексно, т.к. он зависит от многих факторов. Важными критериями являются:

- » Термостойкость до 220°C и выше
- » Термический удар
- » Высокая надежность неразрывна с высоким температурным классом
- » Климатические условия
- » Стойкость к химическому воздействию

Мы предлагаем ассортимент высокоэффективных смол, чтобы обеспечить особые требования заказчиков, повысить эффективность производства благодаря правильному выбору совместимых слюдолент, описанных выше.



Системы корпусной изоляции для VPI

Современные системы корпусной изоляции, как системы - включающие ленты и смолы - подразделяются на температурные классы: эпоксидная смола и полиэфир для VPI, полиэфиримид (Samicabond®) и силикон (плюс силикон для технологии RR см. в следующей главе).

Системы изоляции для класса 155 из эпоксидной смолы и полиэфира

	Толщина, мм	Удельный вес г/м ²	Слюда г/м ²	Совместимость со смолой и температурный класс	
				Эпоксидная смола	Полиэфир
Samicapor® 366.53-01	0.12	153	120	F	F

Наименование	Двигатели постоянного тока	Двигатели переменного тока	Температурный класс	Описание
Permafil® 74041	•		155	Тиксотропная эпоксидная смола (с хорошими пленкообразующими свойствами), хорошие температурные характеристики, отсутствие летучих органических соединений (VOC)
Damisol® 3412-1	•		155	высокореактивная двухкомпонентная эпоксидная смола, отсутствие летучих органических соединений (VOC)
Damisol® 3500 LoV	•		155	Однокомпонентная эпоксидная смола с низкой вязкостью, хорошие температурные характеристики, отсутствие летучих органических соединений (VOC)

Полиэфиримидные системы для конструкций класса 180 Damisol® 3340, Permafil® 707/747

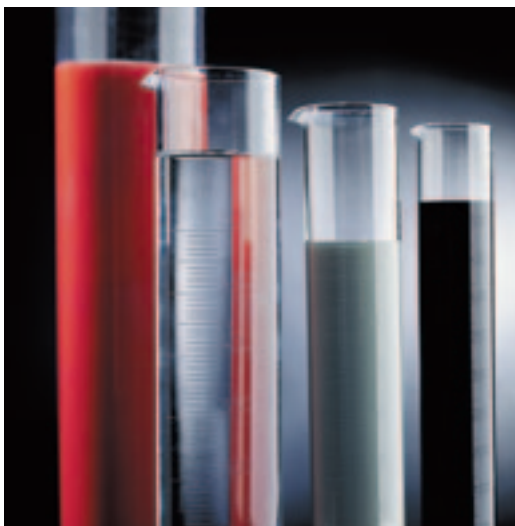
	Толщина мм	Удельный вес г/м ²	Слюда г/м ²	Совместимость со смолой и температурный класс Полиэфиримид
Samicapor® 366.53	0.12	153	120	H
Samicapor® 366.53-10	0.12	153	120	H
Samicapor® 366.58	0.15	195	160	H
Samicapor® 315.45	0.14	214	160	H

Наименование	Двигатели постоянного тока	Двигатели переменного тока	Температурный класс	Описание
Permafil® 707, 747	•	•	H	полиэфирная смола с высоким сопротивлением тепловому удару и с высокой термостойкостью
Damisol® 2053 HFP	•		180 (H)	полиэфиримидный лак с растворителем, обладающий высокой пластичностью и термостойкостью
Damisol® 3032 300 mPa.s	•	•	180 (H)	полиэфиримидная смола без растворителя с высокими электроизолирующими свойствами и термостойкостью, система изоляции Samicabond®
Damisol® 3340 500 mPa.s	•	•	180 (H)	полиэфиримидная смола без растворителя с высокими электроизолирующими свойствами, высокой эластичностью и термостойкостью, система изоляции Samicabond®
Damisol® 3630 HTP 600 mPa.s	•	•	180 (H)	полиэфиримидная смола без растворителя с высокими электроизолирующими свойствами и термостойкостью, отсутствие летучих органических соединений (VOC)

Силиконовые системы для конструкций класса C с Damisol® 3551

	Толщина мм	Удельный вес г/м ²	Слюда г/м ²	PL пленка 25 µm г/м ²	Совместимость со смолой и температурный класс Силикон
Samicapor® 326.40	0.13	169	80	37	220 (C)
Samicapor® 366.85	0.12	164	120		220 (C)
Samicapor® 366.86	0.12	155	120		220 (C)
Samicapor® 366.87	0.14	170	120		220 (C)
Samicapor® 366.88	0.11	155	120		220 (C)

Наименование	Двигатели постоянного тока	Двигатели переменного тока	Температурный класс	Описание
Damisol® 3551		•	220	Силиконовая смола без растворителя с высокими электроизолирующими свойствами, термостойкостью; класс C, отсутствие летучих органических соединений



Пропиточная смола с высокой термостойкостью



Von Roll участвует во всех стадиях производственного процесса. В частности, в производстве слюдяных лент и проводов с изоляцией из слюдяных лент



Слюдяные ленты для системы VPI



Корпусная изоляция для системы RR

Изоляционные системы, использующие технологию RR, обеспечивают оптимальное качество изоляции при тщательном отборе слюдяных лент и особом внимании к способам их наматывания и обработки. Von Roll предлагает ленты, отлично зарекомендовавшие себя при эксплуатации в условиях высоких температур. Разработанные нами решения направлены на получение наилучших результатов и включают в себя полный ассортимент RR лент для корпусной изоляции, систему под названием Samicatherm® для традиционного и гидростатического прессования, а также системы под названием Filosam® и Samicaflex® для лобовых частей обмотки.

Преимуществами данных лент являются:

- » Высокая диэлектрическая прочность
- » Высокие тепловые характеристики
- » Стойкость к коронному разряду
- » Равномерное нанесение, без складок
- » Могут наматываться при помощи станков
- » Имеют короткое время отверждения

Ленты для корпусной изоляции, использующиеся для традиционного горячего прессования

	Толщина мм	Удельный вес г/м ²	Слюда г/м ²	Полиимидная пленка 25 µm г/м ²	Содержание смолы г/м ²	Совместимость со смолой и температурный класс
Samicatherm® 315.51	0.09	117	60	37	20	220 (C)



Ленты для лобовых частей обмотки, использующиеся для традиционного горячего прессования

	Толщина мм	Удельный вес г/м ²	Слюда г/м ²	Содержание смолы г/м ²	Совместимость со смолой и температурный класс
Samicaflex® 366.18	0.12	150	75	52	220 (C)
Samicaflex® 366.19	0.18	215	120	72	220 (C)



Гибкие материалы

Основным требованием, предъявляемым к гибким материалам, использующихся в пазовой изоляции в любых типах двигателей, является длительная эксплуатация при высоких рабочих температурах. Это продиктовано необходимостью выдерживать жесткие термомеханические условия эксплуатации. Предназначенные для этих целей ламинаты, являются соединением полиимидных пленок, стеклоткани и арамидной бумаги.

Ламинаты, производимые компанией Von Roll, обладают исключительными характеристиками по стойкости к тепловому удару, отличными адгезивными свойствами, позволяют материалам с высокими эксплуатационными показателями отвечать возрастающим требованиям, предъявляемым к тяговым двигателям. Эти материалы компании Von Roll известны под торговыми марками Myoflex® и Acuflex®. Мы производим широкий ассортимент многослойных конструкций пленок, отвечающих любым требованиям по толщине пазовой изоляции, и увеличивающий механические и тепловые свойства, позволяющий оптимизировать конструкцию и технологию применения.

	Толщина мм	Толщина основы, µm		Прочность на разрыв	Пробивное напряжение
		Стекло	Полиимидная пленка		
Стекло/полиимидная пленка	0.08–0.12	25–50	25–75	высокая	среднее
Стекло/полиимидная пленка/стекло	0.15–0.21	50–80	25–50	очень высокая	среднее
Nomex® ¹⁾ /полиимидная пленка		Nomex® ¹⁾	Полиимидная пленка		
	0.09–0.29	50–250	25	низкая	среднее
	0.11–0.32	50–250	50	средняя	высокое
	0.14–0.34	80–180	75	высокая	очень высокое
	0.21–0.41	80–180	25	низкая	среднее
Nomex® ¹⁾ /полиимидная пленка /Nomex®	0.24–0.43	80–180	50	средняя	высокое
	0.25–0.45	80–180	75	высокая	очень высокое

¹⁾ Зарегистрированные торговые марки компании Дюпон (DuPont)





Бандажные ленты

Бандажные ленты служат для обвязки коммутаторов и незакрепленных катушек в электродвигателях постоянного тока для противостояния вращающим силам. В дополнение к термомеханической долговечности, материал должен выдерживать усталостные и прочие нагрузки вследствие изменяющихся условий эксплуатации.

Von Roll предлагает целый ряд высокотемпературных бандажных лент с высокой фиксирующей способностью, даже при воздействии влаги и предельных температур. Исключительные показатели в классе С имеет усиленная Кевларом¹⁾ лента, обеспечивающая высокий запас прочности для двигателей, при этом занимает мало места и снижает поверхностный разряд.

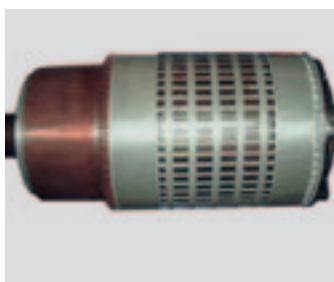
Этот материал является оптимальным для обеспечения постоянного воздушного зазора при высоких скоростях в устройствах переменного тока с инвертоным приводом, в которых используется ротор с постоянными магнитами.

¹⁾ Зарегистрированные торговые марки компании Дюпон (DuPont)

		H200	H220	K220
Толщина	мм	0.30 ± 0.03	0.30 ± 0.03	0.33 ± 0.04
Содержание смолы	%	26 ± 2	26 ± 2	26 ± 2
Минимальная прочность на разрыв одного отвержденного слоя при 20°C	N/cm	2500	2500	3500
Температурный класс		200 (H+)	220 (C)	220 (C)



Общий вид 4-х полюсного тягового двигателя



Ротор тягового двигателя постоянного тока мощностью 3.3 KV с обвязкой лентой H220



Кевларовая бандажная лента K220 ¹⁾



Композиционные материалы для тяговых двигателей

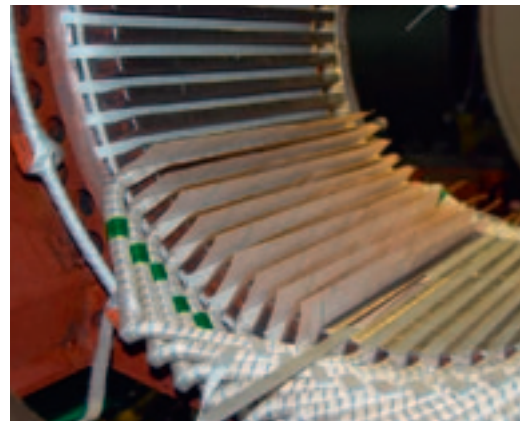
Von Roll предлагает ассортимент высококачественных композиционных материалов, которые могут поставляться в виде клиньев, полос и листов, обработанных деталей или специальных компонентов для использования в различных частях тяговых двигателей. Приведенная ниже информация является ознакомительной. Советуем Вам проконсультироваться у наших специалистов.

Наименование продукта	Форма	Применение	Двигатели переменного тока		Двигатели постоянного тока	
			статор	ротор	статор	ротор
Коммутатор Samicanite® 41120	листы и обработанные заготовки	изоляция медных сегментов				•
Delmat® Epoxy 68660, Vetronite® G11, Vetronite® Polyimide, Delmat® Polyester 68420, Delmat® Polyester 68030	листы и обработанные заготовки	пазовые клинья	•	•	•	•
U - и L - образные профили	U - и L - образные профили	пазовая изоляция		•		•
Vetroferrit®	листы и обработанные заготовки	пазовые клинья	•		•	
Изделия Delbond®	ролики, листы и обработанные заготовки	межвитковая изоляция		•		•
Препреги Nomex® ¹⁾	листы и обработанные заготовки	изоляция катушек	•		•	
Delmat® Epoxy 68660, Vetronite® G11	листы и обработанные заготовки	фиксаторы, основание	внешние элементы крепления			

¹⁾ Зарегистрированные торговые марки компании Дюпон (DuPont)



Высоковольтный ротор для двигателя постоянного тока



Обработанные детали, изготовленные по техническим условиям заказчика



Клейкие ленты

Von Roll предлагает широкий ассортимент высококачественных клейких лент для различных областей применения. Ниже приведены характеристики лент, используемых в изоляции тяговых двигателей:

Наименование	Основа	Клей	Общая толщина	Класс изоляции	Свойства
Intertape® 4118	Kapton® ¹⁾	SI	0.063	H 180°C	Обычная изоляционная лента. Удобна в применении, хорошая разрывная и пробивная прочность, прекрасная терлостойкость. Используется для корпусной изоляции, ремонта и армирования эмалированных обмоточных проводов, изоляции точек пайки.
Isotape® 4428PV3	Polyimide	SI	0.064	H 180°C	
Isotape® 51202PV3	Teflon® ¹⁾	SI	0.095	H 180°C	Инновационная основа придает этой ленте уникальные свойства, отвечающие требованиям для высоковольтной изоляции.
Intertape® 4618	стеклоткань	SI	0.18	C 200°C	Термостойкая стеклоткань для использования изоляции в экстремальных условиях. Даже при длительном нахождении при температуре 180°C, свойства остаются стабильными.Рекомендуется для внешней и внутренней изоляции термостойких трансформаторов и для соединения обмоток. Также используется как термостойкая изоляционная лента.
Isotape® 4638PV3	стеклоткань	SI	0.19	H 180°C	

¹⁾ Зарегистрированные торговые марки компании Дюпон де Немур



Отделочное покрытие

Ассортимент финишных и защитных лаков Damicoat® включает в себя материалы как с воздушной сушкой, так и с отверждением в печи. Все они являются однокомпонентными, легко наносятся распылителем, кистью, погружением или поливом.

Информация для выбора	Цвет*	Температурный класс	Время сушки	Описание продуктов и их использование
Damicoat® 2405-01	H/КК/С	B/F	40 мин.	Быстросохнущий защитный лак с высокой химической стойкостью
Damicoat® 2404	КК/С	F	15–20 часов	Защитный лак с высокой химической стойкостью
Damicoat® 2407	КК	F/H	1–2 часа	Стойкий к высокой температуре защитный лак, использующийся для высоковольтных электрических машин и тяговых электродвигателей температурного класса H

* Ч: черный; С: серый; Н: натуральный4 КК: красно-коричневый



Испытания

Чтобы проверить, обладают ли материалы и системы нужными механическими, электрическими и тепловыми характеристиками, их необходимо подвергнуть испытаниям.

Лаборатории по высоковольтным испытаниям компании Von Roll могут проводить испытания материалов заказчика и систем в соответствии со стандартами IEC, UL и другими техническими условиями:

- » Испытания на стойкость к тепловому, электрическому и механическому старению
- » Измерения тангенса угла диэлектрических потерь при различных температурах
- » Измерения частичного разряда в различных диапазонах напряжения



Проведение испытаний в лаборатории компании Von Roll



Обучение

На протяжении многих лет Von Roll предлагает уникальную программу обучения в области систем высоковольтной изоляции в своем корпоративном университете. Целями данной программы являются:

- » Полное понимание технологического процесса изготовления высоковольтной изоляции для ротационных машин и современные знания по изоляционным материалам и системам
- » Передача практического опыта в области электроизоляционных материалов



Обучающие курсы Von Roll посещают заказчики и партнеры компании со всего мира

We Enable Energy

Компания Von Roll является единственным поставщиком всего ассортимента материалов и систем изоляции электрических машин, а также продуктов с высокими эксплуатационными характеристиками для различных наукоемких отраслей промышленности.



Слюда

Все материалы, предназначенные для применения в высоковольтной изоляции. Работа Von Roll со слюдой начинается с ее добычи и заканчивается изготовлением готовых лент.



Провода

Изолированные круглые, плоские и многожильные провода для высоковольтной, низковольтной изоляции и электроники.



Кабели

Слюдяные ленты для огнестойких кабелей. Von Roll производит широкий ряд материалов, которые идеально соответствуют всем используемым стандартам.



Жидкости

Пропиточные смолы для высоко- и низковольтного применения, заливочные, смолы для литья, а также герметизирующие и выравнивающие покрытия.



Композитные материалы

Спроектированные материалы изготовлены из смолы и наполнителя, придающего определенные физические, температурные и электрические свойства. Они могут быть отлиты, механически обработаны при изготовлении, либо поставляются в виде полуфабрикатов.



Гибкие материалы

Гибкие изоляционные материалы для низковольтных систем, такие как гибкие ламинаты и адгезивные ленты.



Баллистическая защита

Высококачественные системы армированных защитных средств на основе термоотверждаемых/термопластичных материалов для разового применения или изготовленные по спецзаказу.



Трансформаторы

Трансформаторы для передачи и распределения энергии, с отличными эксплуатационными характеристиками; индивидуальные решения для технических требований генерирующих компаний



Тестирование

Von Roll проводит электрические, температурные и механические тесты каждого материала в отдельности, а также изоляционных систем. Материалы компании Von Roll прошли сертификацию UL (Underwriters Laboratories).



Обучение

Корпоративный университет Von Roll проводит тренинги по высоковольтной и низковольтной изоляции для своих клиентов.

За дополнительной информацией, пожалуйста, обращайтесь к нам или посетите наш веб-сайт www.vonroll.com

Служба поддержки клиентов

Европа

Von Roll Schweiz AG
Passwangstrasse 20
4426 Breitenbach
Switzerland
тел. +41 61 785 5111
факс +41 61 785 5188

Азия и Тихоокеанский регион

Von Roll Asia Pte Ltd.
6 Serangoon
North Avenue 5 #03-01
Singapore 554910
Singapore
тел. +65 6556 4788
факс +65 6556 4959

Америка

Von Roll USA, Inc.
200 Von Roll Drive
Schenectady
NY 12306
USA
тел. +1 518-344-7100
факс +1 518-344-7288

Россия

ФОН РОЛЛ, ООО
119017, Москва, ул.
Большая Ордынка,
дом 50, офис 19
Россия
тел. +7 495 953-00-20
факс +7 495 953-84-81

О компании Von Roll

We enable energy – Являясь одной из старейших промышленных групп Швейцарии, Фон Ролл специализируется на продуктах и системах для производства, передачи и распределения энергии. Производственная деятельность компании Von Roll разделена на пять производственных сегментов: **Von Roll Insulation** является мировым лидером в производстве изоляционных материалов и систем и предоставлении услуг в этой области. **Von Roll Composites** производит композиционные материалы и детали для различного промышленного электрооборудования. **Von Roll Transformers** предлагает комплексные решения для быстро расширяющегося рынка высокопроизводительных трансформаторов. **Von Roll Water** разрабатывает решения для технологических процессов в области водоснабжения и очистки сточных вод. **Von Roll Solar** разрабатывает солнечные батареи третьего поколения.