



В. А. ГАРБЕР,
д. т. н. (НИЦ «Тоннели и метрополитены» АО «ЦНИИС»)

В соответствии с нормативными и техническими документами все сооружения метрополитена можно классифицировать как основные и вспомогательные.

К основным относятся путевые сооружения, предназначенные для обеспечения движения поездов, и станционные комплексы для посадки, высадки и пересадки пассажиров, а также для их обслуживания и организации движения. Вспомогательные сооружения — это тягово-понижительные подстанции, станционные и перегонные вентиляционные устройства (шахты, штольни, камеры, где расположены вентиляторы, вентсбойки и вентиляционные киоски), водоотливные установки, дренажные ходки, объекты гражданской обороны, включая санитарно-технические узлы.

Продолжение следует

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Вопросы классификации

Внутренние размеры путевых и станционных сооружений метрополитенов установлены в соответствии с габаритами приближения строений (ГОСТ 23961-80 для колеи 1520 мм), которые предусматривают верхнее строение пути на шпалах длиной 2,65 м и контактного рельса с нижним токосъемом. При этом учитывается размещение устройств пути, электроснабжения, освещения, СЦБ и связи, автоматического торможения и автоведения поездов и т. д.

Другая классификация выделяет также притоннельные сооружения (ПС) метрополитена. Речь идет о примыкающих к перегонным и станционным тоннелям подземных выработках для технологических нужд. К ПС, в частности, относятся вентиляционные камеры и тоннели, противодутьевые вентиляционные сбойки, камеры водоотливных установок и дренажных перекачек, совмещенные тягово-понижительные

электростанции, а также служебные блоки при станциях, в которых располагаются технические, бытовые, складские и административные помещения, необходимые для нормальной эксплуатации метрополитена.

Конструкции несущих обделок ПС унифицированы с конструкциями станционных или перегонных тоннелей. При мелком заложении метрополитена притоннельные сооружения возводятся открытым способом в котлованах с временным креплением, при глубоком — горным способом с монтажом чугунных тубингбв.

Вентиляционные камеры и тоннели с осевыми реверсивными вентиляторами размещаются у каждой станции, у оборотных тупиков и на перегонах. При расстоянии между осями станций менее 2 км на перегоне устраивается одна венткамера, более 2 км — три, которые соединяются с вентиляционными киосками, расположен-

ными на поверхности, спецшахтами, а с перегонными тоннелями — вентиляционными сбойками.

Водоотливные установки и дренажные перекачки размещаются в пониженных местах и на затяжных уклонах. Притоннельные сооружения оборудуются насосами с электроприводом и связаны с поверхностью для выброса воды в городской водосток. Каждая камера имеет водосборник с отстойником, разделенным на две части (для периодической очистки).

Есть и другие классификации, предусматривающие разделение объектов метрополитена по назначению, по видам и условиям расположения, по условиям размещения, по способам сооружения, по конструктивным характеристикам.

Виды объектов метрополитена по назначению:

- станционные комплексы: платформенные участки; эскалаторные тоннели; вестибюли;
- тяговые и понизительные подстанции;
- камеры различного назначения: водоотливных установок, вентиляционных блоков служебных помещений;
- медпункты;
- перегонные тоннели;
- камеры съездов;
- шахтные стволы;
- эстакады и метромосты;
- кабельные ходки (коллекторы);
- венткиоски на линиях;
- электродепо.

С точки зрения обеспечения эксплуатационной безопасности именно такую классификацию следует признать наиболее правильной.

В данной статье наиболее подробно рассмотрим следующие вспомогательные объекты метрополитена, которые меньше всего освещены в нормативной и технической литературе:

- тяговые и понизительные подстанции (ТПП, СТП);
- камеры различного назначения: водоотливных установок (ВОУ); вентиляционных блоков служебных помещений (ВБСП); съездов.

Указанные объекты, обозначаемые как вспомогательные, играют, однако, незаменимую роль. Без них невозможно обеспечить бесперебойную и безопасную эксплуатацию метрополитена.

Ниже приведено более подробное описание названных «вспомогательных» объектов, которое поможет проектировщикам, строителям и эксплуатирующей организации правильно распределять финансовые и организационные ресурсы.

Тяговые и понизительные подстанции (ТПП; СТП)

Тяговые подстанции

Тяговые подстанции предназначены для преобразования трехфазного переменного тока напряжением 6, 10 или 20 кВ, получаемого от питающих центров, в постоянный (выпрямленный) ток напряжением 825 В для питания электропоездов. Кроме того, часть электрической энергии напряжением 10 кВ передается на понизительные подстанции.

Основным оборудованием тяговой подстанции является силовой преобразовательный агрегат. Он состоит из трансформатора, выпрямительного шкафа с кремниевыми вентилями, высоковольтного выключателя на стороне 10 кВ и быстродействующего автоматического выключателя на стороне 825 В.

Силовые трансформаторы представляют собой трехфазные преобразователи переменного тока, которые понижают напряжение переменного тока с 10 кВ до 670–770 В (и при выпрямленном токе напряжением 825–875 В). Уровень напряжения на токоприемнике электроподвижного состава должен быть не менее 550 и не более 975 В.

Кремниевый выпрямитель преобразует переменный ток в постоянный, пропуская его только в одном направлении. Точнее говоря, в силовую цепь поступает ток постоянный по направлению, но пульсирующий по величине.

Высоковольтный выключатель выполняет коммутационные функции по включению и отключению агрегата к шинам 10 кВ. Быстродействующий автоматический выключатель осуществляет защиту выпрямителя от токов обратного направления и короткого замыкания.

На каждой тяговой подстанции установлено от трех до пяти силовых преобразовательных агрегатов. Каждый из них способен длительно выдерживать нагрузку до 3000 А, а в течение 5–10 с нести двойную нагрузку.

Все тяговые подстанции оборудованы устройствами автоматики и телемеханики и управляются одним лицом — энергодиспетчером с диспетчерского пункта.

Автоматика поддерживает заданный режим работы оборудования, обеспечивает повторное включение фидеров 825 В в случае отключения их быстродействующим автоматом и включает (при необходимости) резервные агрегаты.

Устройства телемеханики позволяют электродиспетчеру производить необходимые включения и отключения оборудования подстанции и постоянно контролировать их работу.

Понизительные подстанции

Понизительные подстанции размещают либо на пассажирской станции, либо вблизи нее. Они предназначены для понижения напряжения переменного тока 6, 10 или 20 кВ, получаемого по кабелям от одной или двух ближайших тяговых подстанций, и передачи питания соответствующим потребителям электрической энергии.

На понизительной подстанции к шинам 10 кВ через высоковольтные выключатели подсоединяются понижающие трансформаторы, несущие различные нагрузки потребителей. Электропитание эскалаторов, сантехнических устройств и других силовых установок производится от двух трансформаторов ТМ-1 и ТМ-2, которые подключены к разным секциям шин напряжением 10 кВ. В случае отключения одного из них всю нагрузку принимает на себя другой.

Пониженное до 380 В напряжение подается на силовой щит и далее к потребителям.

Питание устройств СЦБ осуществляется трехфазным переменным током от одного из двух самостоятельных трансформаторов АДП-1 или АД-2, подключенных к разным секциям шин 10 кВ и выдающих энергию на щит СЦБ 380 В. Один из них является резервным. Переключение с основного трансформатора на резервный происходит автоматически при срабатывании следящих приборов.

Аналогичным образом к шинам 10 кВ подключены два трансформатора освещения ТО-1 и ТО-2. Для питания цепей освещения в случае исчезновения переменного тока на СТП и основных понизительных подстанциях установлены мощные свинцовые кислотные аккумуляторные батареи напряжением 150 В, рассчитанные на работу в течение не менее часа. Переключение на них происходит автоматически.

Аккумуляторные батареи находятся на постоянном подзаряде, для чего служат специальные устройства.

Трансформаторы освещения вторичными обмотками подключены к рабочим секциям освещения, а аккумуляторная батарея — к аварийной секции, через которые нагрузка равномерно распределяется среди потребителей.

Для распределения нагрузок среди потребителей понизительные подстанции имеют сборные шины; для отключения и включения участков цепи установлены разъединители с рычажным приводом. Для защиты аппаратов от перегрузок и переключений в цепях имеются масляные или воздушные выключатели. Отдельные цепи, идущие к потребителям, защищены плавкими предохранителями и автоматическими выключателями.

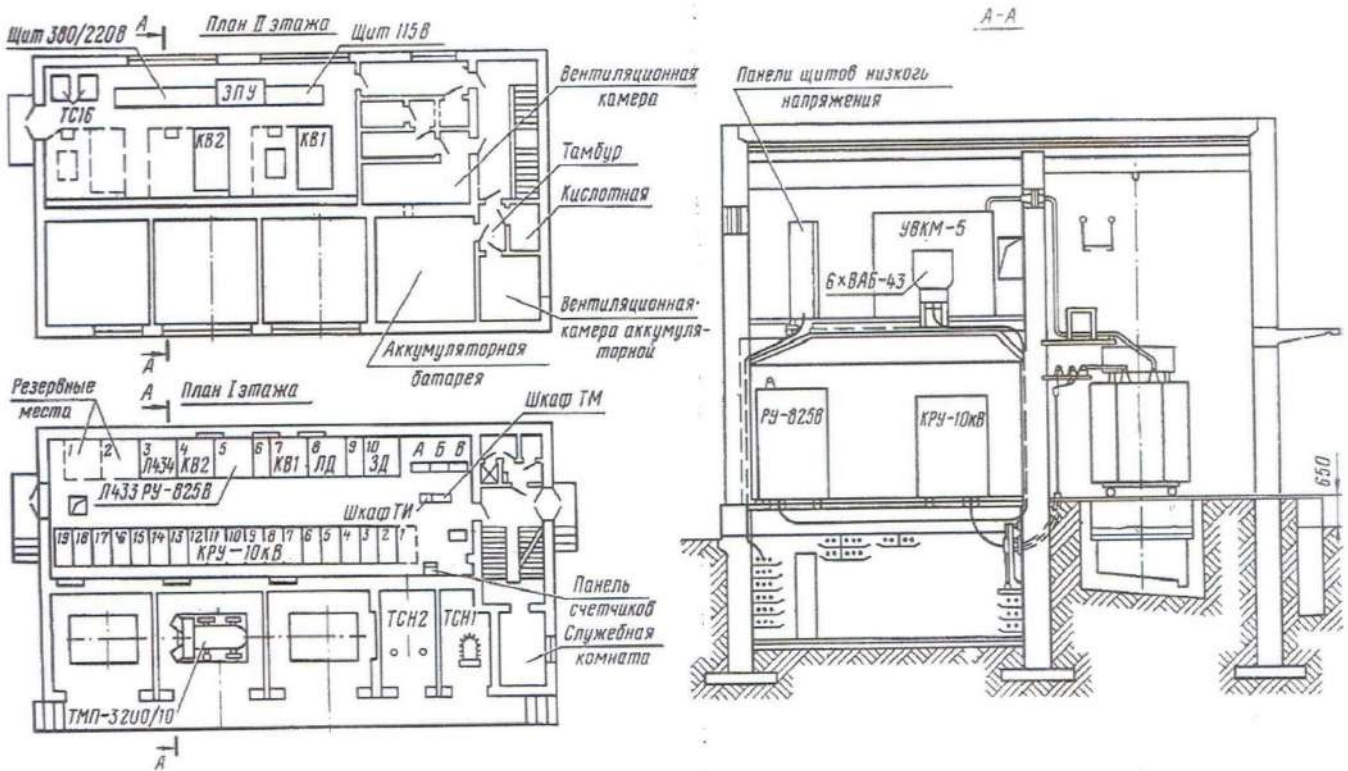


Рис. 1. Размещение электрооборудования на наземной тяговой подстанции

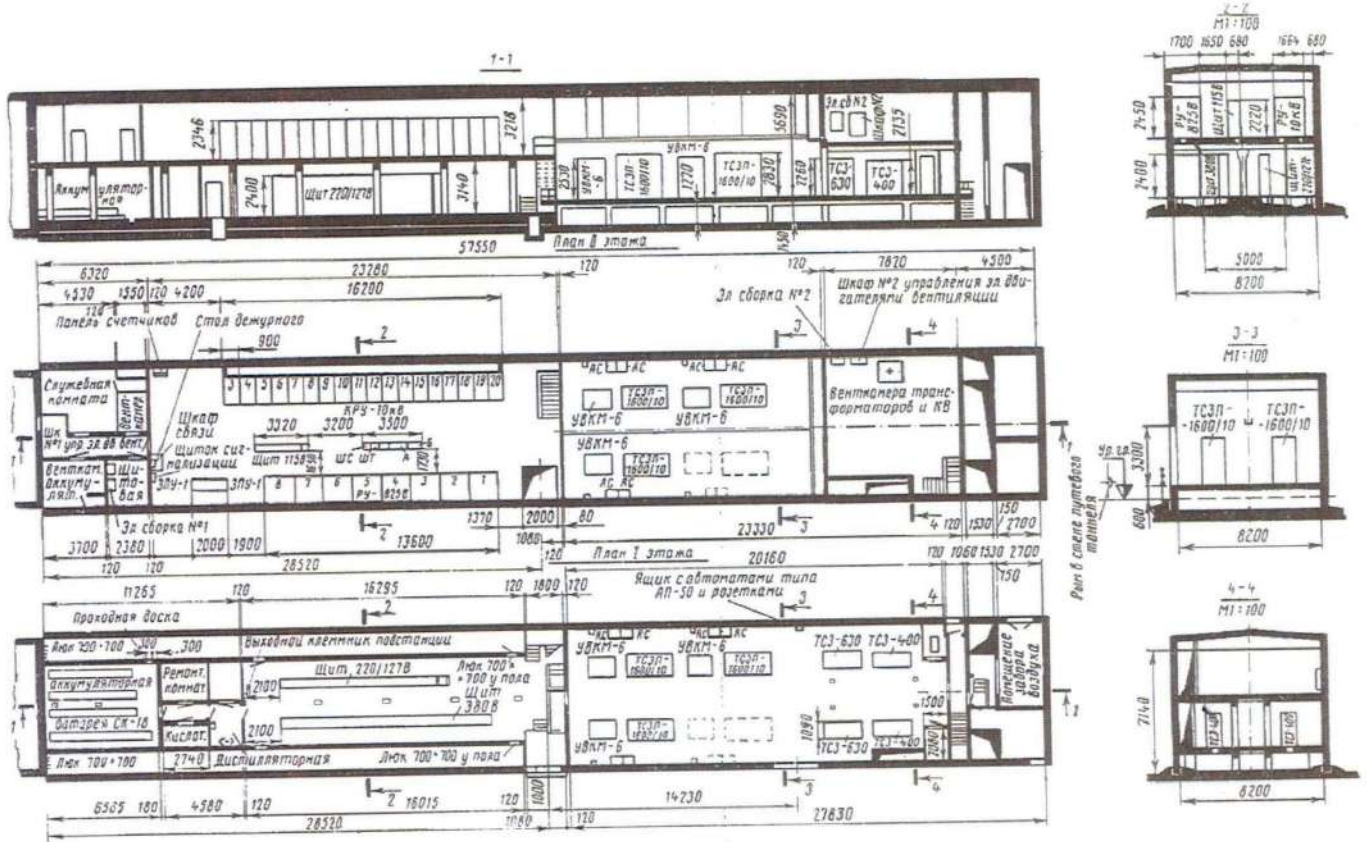


Рис. 2. Размещение электрооборудования на совмещенной тягово-понижительной подстанции мелкого заложения с сухими трансформаторами

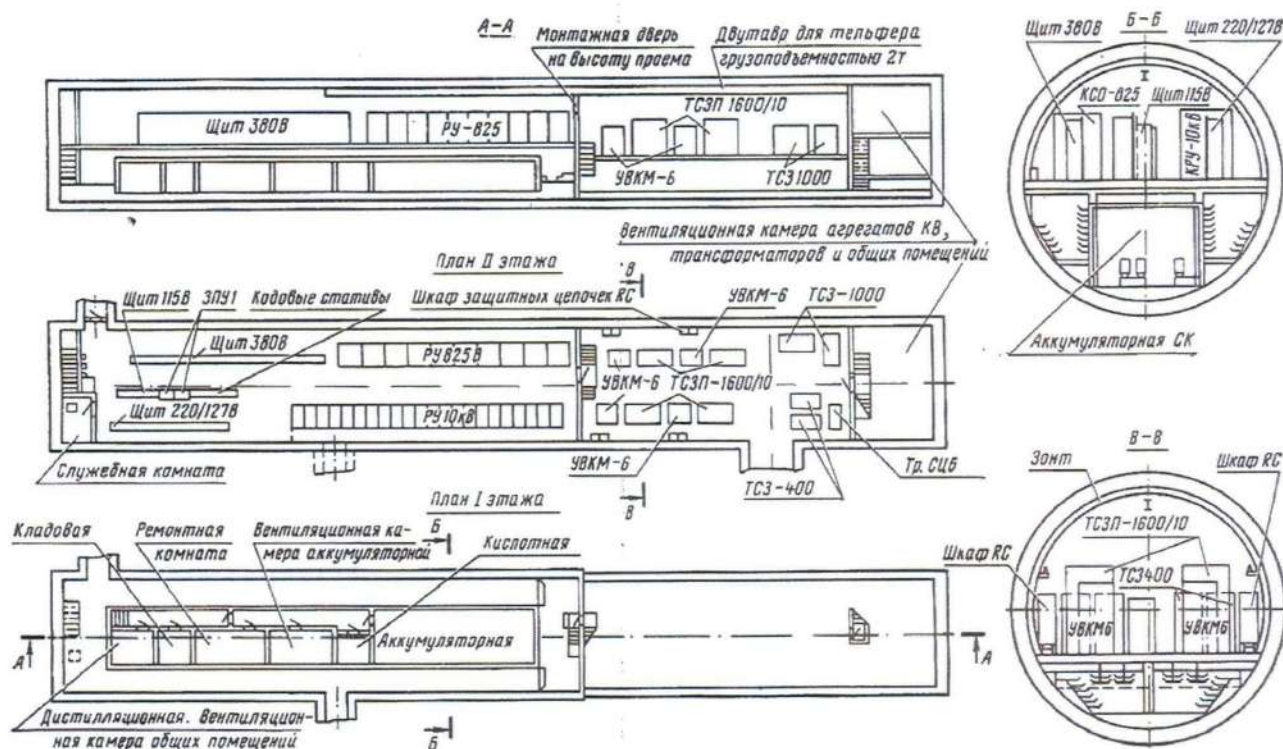


Рис. 3. Размещение электрооборудования на совмещенной тягово-понижительной подстанции глубокого заложения с сухими трансформаторами

На площадке депо имеются самостоятельные понижительные подстанции наземного исполнения. Такая подстанция получает питание по двум кабелям 10 кВ от ближайшей тяговой подстанции и понижает напряжение до 380, 220 и 127 В. Она питает потребителей переменного тока: депо и предприятия метрополитена, расположенных на его площадке (заводы, мастерские, лаборатории и т. п.). Аккумуляторные батареи на таких подстанциях не ставят.

Совмещенные тягово-понижительные подстанции

Совмещенные тягово-понижительные подстанции (СТП) служат для преобразования переменного тока 6, 10 или 20 кВ в постоянный напряжением 825 В, необходимый для движения электропоездов и для понижения напряжения переменного тока до 380, 220 и 127 В, необходимого для питания потребителей электроэнергии.

Тяговая часть СТП выполнена идентично с тяговой подстанцией и также оборудована устройствами автотелеуправления; разница состоит лишь в том, что количество преобразовательных агрегатов на СТП — в пределах от одного до трех, то есть меньше.

В совмещенной тягово-понижительной подстанции основные вводы от питающих центров 10 кВ подходят к шинам 10 кВ СТП,

состоящим из двух секций, соединяемых выключателем, который в нормальном режиме отключен. Питание производится от двух или трех различных источников. Первая секция шин 10 кВ получает его непосредственно от городского питающего центра, вторая — через кабельные перемычки с первой секции одной или двух соседних смежных подстанций.

С силовых преобразовательных агрегатов тяговой части СТП ток поступает на шину +825 В, от которой питающие фидеры идут к контактному рельсу. На подстанции к шине –825 В ток возвращается по ходовым рельсам и подключенным к ним кабельным отсосам.

Понижительная часть аналогична обычной понижительной подстанции.

Тяговые подстанции (как ТП, так и СТП) имеют два режима работы: во время движения поездов и во время ночного «окна», когда оборудование, относящееся к питанию электропоездов, отключают.

Понижительные подстанции в течение суток практически не меняют своего режима, и в работе находится все их оборудование, кроме резервного.

В Московском метрополитене СТП расположены на каждой станции (кроме линий первых четырех очередей) в их торце, в специальных подземных выработках. В настоящее время являются основным типом подстанций при сооружении новых линий метро в РФ.

На рис. 1–3 представлена конструктивная компоновка и расположение оборудования на наземной тяговой подстанции, на совмещенных тягово-понижительных подстанциях мелкого и глубокого заложения.

СТП глубокого заложения обычно располагаются по оси станции со стороны эскалаторного тоннеля между перегонными тоннелями в чугунной обделке наружным диаметром 8,5 или 8,66 м из тубингов конструкции Шахтспецстрой (рис. 4, табл. 1). В отдель-

Таблица 1.
Потребность тубингов конструкции Шахтспецстрой на 1 м длины совмещенной тягово-понижительной подстанции

Марка тубинга	Масса одного тубинга, т	Число тубингов
8,0–60	1,423	8
8,0–30	0,905	6
85-ЛПУ	0,155	4

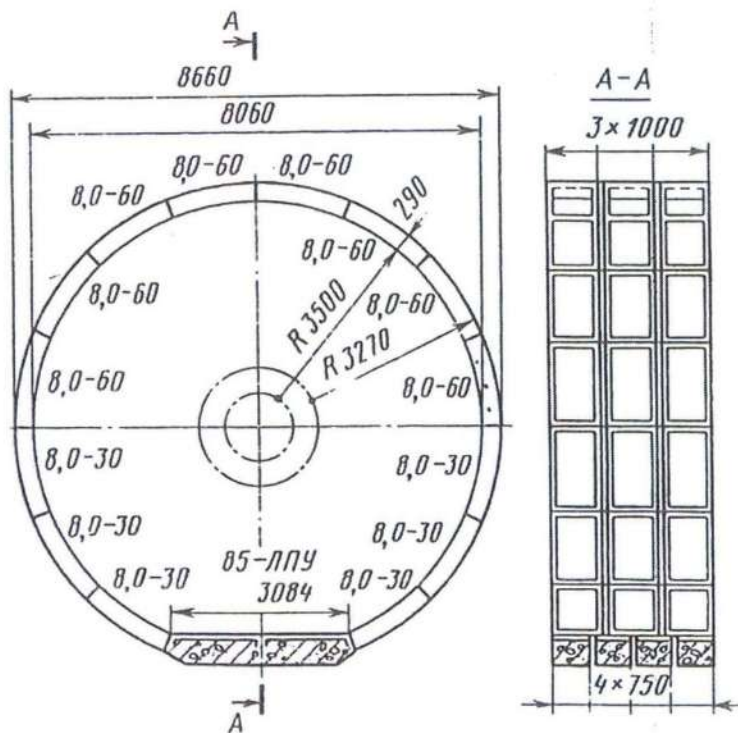


Рис. 4. Обделка СТП из чугунных тубингов конструкции Шахтспецстроя с плоским лотком

ных случаях, когда междупутье не позволяет установить подстанцию между перегонными тоннелями, ее располагают рядом с одним из них. Длина СТП составляет около 70 м. По внутренней поверхности подстанции устраивают водоотводный зонт из асбоцементных или стеклопластиковых листов.

Внутренние конструкции СТП (перекрытия, стены, перегородки) выполняют из железобетонных элементов заводского изготовления; узлы, сопряжения, опорные конструкции — из монолитного железобетона и бетона класса В15.

Как указывалось выше, прочностные расчеты конструкций СТП осуществляются по таким же методикам и программным комплексам, как и для «основных» сооружений метрополитена.

Совмещенные тягово-понижительные подстанции выполняют важную роль как в работе существующей АСУ метрополитена, так и в разрабатываемой сейчас для мониторинга технического состояния его сооружений.

Эти две автоматизированные системы управления предназначены для гарантированного обеспечения эксплуатационной безопасности. ■



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Двенадцатая международная специализированная выставка

23 - 25 апреля
2019

Москва, ЦВК «Экспоцентр», пав. 1

Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты, смолы, добавки, термопластики, углеродное волокно и т.д.
- Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик, углепластик, графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК), и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Технологии производства композитных материалов со специальными и заданными свойствами
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Сертификация, технический регламент
- Компьютерное моделирование
- Утилизация

Специальный раздел выставки:
КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



ufi Approved Event

Expo Rating

Параллельно проводится выставка:
ПОЛИУРЕТАНЭКС
13 и 14 апреля 2019 года



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд, дом 7, строение 10, офис 507
Тел.: 8 495 988-1620 | E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

YouTube youtube.com/user/compoexporusssia | @compoexporus

Организаторы:

