

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ
ИПКГОССЛУЖБЫ**

**Кафедра « Эксплуатация энергетических объектов
и энергосбытовая деятельность»**

**Сектор «Техническое перевооружение,
модернизация и ремонт в энергетике»**

С.А. Казанский

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ
ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ BELZONA® И ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТОВ.**

Учебно-практическое пособие для специалистов по ремонту оборудования
электростанций

Москва

2008

УДК 621.438-57

Одобрено и рекомендовано к изданию
Редакционно-издательским советом
ИПКГосслужбы

Казанский С.А. Особенности технологии применения полимерных композиционных материалов BELZONA[®] и повышение эффективности ремонтов: Учебно-практическое пособие. — М.: ИПКГосслужбы. 2008. — 59с.

В статье раскрыты некоторые специфические особенности подготовки поверхностей к нанесению материалов и свойства полимерных композиционных материалов Belzona[®], технологические приемы применения материалов. Дана краткая аннотация полимерных композиционных материалов, выпускаемых фирмой Belzona[®] с указанием их основного назначения и приблизительных норм расхода. Приводятся физико-механические характеристики наиболее часто применяемых материалов. Перечислены основные задачи ремонта, эффективно решаемые применением полимерных композиционных материалов Belzona[®] и наиболее часто встречающиеся применения этой технологии в энергетике.

ISBN 978-5-8081-0244-6

© Казанский С.А., 2008-04
© Институт повышения
квалификации
государственных служащих
(ИПКГосслужбы), 2008

Содержание:

1. Введение	стр. 4
2. Полимерные композиционные материалы (ПКМ), их основные свойства и особенности	стр. 7
3. Адгезия и методы подготовки поверхностей к нанесению ПКМ.	стр. 10
4. Подготовка и нанесение ПКМ	стр. 17
5. Краткая аннотация материалов фирмы BELZONA®	стр. 19
5.1. Серия 1000 полимер- металлы и полимер- керамика	стр. 19
5.2 Серия 2000 – эластомеры	стр. 24
5.3 Строительные материалы и покрытия Серия 3000 - мембраны	стр. 24
5.4 Серия 4000 - магма материалы	стр. 27
5.5 Серия 5000/6000 барьерные и противокоррозионные покрытия	стр. 30
5.6 Серия 8000 многоцелевые материалы и смазки	стр. 33
5.7 Серия 9000 вспомогательные материалы	стр. 34
6. Таблицы технических данных по некоторым продуктам BELZONA®	стр. 36
6.1 Серия 1100	стр. 36
6.2 Серия 1200	стр. 39
6.3 Серия 1300	стр. 41
6.4 Серия 13.., 14.., 15..	стр. 44
6.5 Серия 1500	стр. 46
6.6 Серия 1800	стр. 49
6.7 Серия 2100	стр. 51
6.8 Серия 4100	стр. 53
7. Типовые применения ПКМ BELZONA®	стр. 55
8. Литература	стр. 59

1. **Введение**

Разнообразное оборудование промышленных предприятий подвергается в процессе эксплуатации многочисленным нагрузкам (механическим, химическим, термическим и др.), которые приводят к износу, поломкам, потере производительности и выводят оборудование из строя. Нередко нагрузочные воздействия на машины, механизмы и другое оборудование носят комплексный, многофакторный характер. В некоторых случаях старение, снижение рабочего ресурса и износ продолжаются даже во время остановов, когда полезная работа не выполняется. Обеспечение работоспособности и долговечности применяемого оборудования, достижение стабильной и надежной его работы являются важнейшими задачами любого производства и в значительной степени определяют его эффективность и экономичность.

Разработаны и постоянно совершенствуются многочисленные методы ремонта, восстановления и защиты машин, механизмов и оборудования от износа, старения и преждевременного выхода из строя. Однако, обычно, эти методы базируются на традиционных технологических процессах, изначально имеющих значительную трудоемкость, потребность в большом количестве запчастей, вспомогательном и обрабатываемом оборудовании. Появление новых, более совершенных конструкций машин, конструкционных материалов, способов контроля и управления режимными параметрами помогают повысить ресурс, эффективность и надежность работы, но не снимают проблем, связанных с необходимостью осуществления ремонтных работ.

Для успешного проведения ремонтных работ требуется обеспечить наличие необходимых запасных частей и материалов, наличие ремонтного персонала и оборудования для проведения ремонтных работ, что приводит к определенным затратам. Как правило, а особенно при аварийном выходе оборудования из работоспособного состояния, продолжительность

ремонтных работ и их трудоемкость существенно влияют на их стоимость и на величину ущерба от вынужденного простоя в технологической цепочке или от снижения производительности.

Во многих случаях выполнение ремонта традиционными способами предусматривает демонтаж и разборку узлов только для обеспечения возможности обработки поврежденных деталей в станочном оборудовании.

В современных технологиях ремонта применяется как замена изношенных узлов и деталей, так и их восстановление. В последнем случае, для металлических деталей широко применяют различные типы сварки, наплавки, электроискрового, газопламенного и плазменного напыления порошковых материалов. Обычно детали вращения требуют последующей механической обработки. Технологии, использующие термические методы восстановления не всегда дают хорошие результаты, меняя структуру металла. При этом, особенно у тонкостенных деталей и деталей типа вал, существует опасность коробления, что может сделать их непригодными к дальнейшему использованию. Некоторые материалы (многие сорта чугунов, высокоуглеродистых сталей, некоторые сплавы меди и некоторые легкие сплавы на основе алюминия) вообще не допускают применение термических методов, которые вызывают их растрескивание, потерю твердости, прочности или повышают вероятность образования трещин под рабочей нагрузкой. Нередко по этим причинам ремонт корпусных элементов и других деталей, подверженных абразивному, кавитационному, эрозионному, химическому износу, получивших другие механические повреждения затруднен или невозможен. Представляет сложность ремонт повреждений несущих нагрузку железобетонных конструкций, что часто вызывает необходимость их замены или трудоемкого и неполноценного их ремонта.

Появление в середине прошлого века полимерных композиционных материалов (ПКМ) дало новые возможности для повышения ремонтпригодности, износостойкости, защиты от воздействия различных агрессивных сред оборудования промышленных предприятий и снижения стоимости, продолжительности и трудоемкости ремонтных работ. Во многих случаях отпала необходимость полной разборки и демонтажа оборудования.

На сегодняшний день многими фирмами разработаны сотни типов универсальных и специальных ПКМ, обладающие многими ценными свойствами и позволяющие минимальными ресурсными средствами и в короткие сроки выполнять ремонтные работы с высоким качеством даже там, где раньше ремонт считался невозможным. Технологии ремонта с применением ПКМ признаны международными страховыми компаниями, официальными контролирующими организациями во всем мире. Накоплен, постоянно растет и расширяется опыт успешного применения ПКМ в различных отраслях промышленности, принося потребителям этой технологии огромный экономический эффект.

Однако успешное внедрение технологий ремонта и защиты оборудования с использованием ПКМ в промышленности во многом зависит от степени информированности в этой области руководителей и специалистов, организующих и управляющих работами по ремонту и защите оборудования, а также культуры производства и квалификации ремонтного персонала. Получение хороших результатов при использовании ПКМ в ремонте, требует особой тщательности исполнителей и строгого соблюдения технологической дисциплины. В настоящее время уровень информированности специалистов о ПКМ, их свойствах и технологиях применения не высок и данная работа должна помочь получить полезную информацию в этой относительно новой области.

2. Полимерные композиционные материалы, их основные свойства и особенности.

В первой половине XXв. были получены органические смолы-олигомеры, способные при добавлении определенных химических веществ (отвердителей) сращивать свои молекулы в молекулярные цепи (полимеризоваться). Полимеризация вызывает переход из жидкого и аморфного физического состояния в твердое, при различных, часто комнатных условиях. При этом образованный твердый или, у некоторых смол, эластичный объем обладал хорошими механическими и диэлектрическими свойствами, химической стойкостью и хорошо приклеивался ко многим веществам, будучи нанесенным на них до своего затвердевания. На основе таких смол были разработаны многочисленные клеи, лаки заливочные материалы и покрытия для промышленного применения. В дальнейшем, стремление ученых улучшить свойства этих материалов привело к созданию полимерных композиционных материалов, открывших новые возможности для эффективного решения многочисленных проблем ремонта и защиты оборудования, зданий и сооружений.

Начальные свойства полимерных смол (эпоксидных, полиуретановых, полиэфирных и др.) удалось улучшить путем совершенствования процессов синтеза, селекции и очистки, подбора катализаторов полимеризации. Большую роль сыграло добавление к исходным смолам различных добавок (антиоксидантов, пластификаторов, ингибиторов и др.) и армирующих веществ (металлов, полимеров, силиконовых и минеральных веществ) в виде мелкодисперсных или более крупных, специально обработанных частиц, равномерно распределенных во всем объеме композита (объемное армирование). Объемное армирование повысило прочностные свойства ПКМ во всех направлениях, сделало незначительной усадку при полимеризации, что повысило адгезию ПКМ и

их механическую прочность, позволило на базе одной полимерной матрицы получать материалы с различными свойствами и не исключило возможность применения в случае необходимости других способов армирования. ПКМ стали отличаться по быстрдействию (рапидные - быстротвердеющие, с нормальным временем отверждения и с продленным временем для применения в тех случаях, когда их нанесение затруднено и требует много времени) и по консистенции (они могут быть первоначально жидкими или пастообразными). Жидкие материалы, как правило, применяются для нанесения покрытий на поверхности и заполнения методом инъекции скрытых полостей, пастообразные материалы - для восстановления объема и геометрии деталей. Во многих случаях ПКМ применяются в последовательной комбинации, например, сначала наносится пастообразный материал для восстановления геометрической формы, а затем защитное покрытие жидким материалом. Адгезия между слоями может быть достигнута на химическом уровне, когда последующий слой кладется на не полностью полимеризовавшийся, химически сочетаемый ПКМ, образуя единый монолит. В случае, когда ПКМ химически разнородны или полимеризация слоя завершилась, поверхность перед нанесением последующего слоя необходимо снова подготовить по всем правилам после того, как полностью полимеризуется ранее нанесенный ПКМ. Важным свойством пастообразных материалов, является тиксотропия - способность не оплывать и сохранять приданную форму при большой толщине наносимого слоя на горизонтальных, вертикальных и потолочных поверхностях.

С середины XX века в мире образовалось несколько десятков фирм, специализирующихся на создании и производстве профессиональных ПКМ. С этого времени англо-американская фирма Belzona® занимает одно из лидирующих мест в этой области. Производственная программа фирмы насчитывает свыше 50 наименований ПКМ, постоянно ведется разработка

новых материалов с более высокими свойствами, обновление и расширение спектра продукции. ПКМ производства фирмы Belzona® имеют продолжительный срок хранения (обычно не менее 5 лет для большинства типов). Материалы безопасны в применении и не токсичны. Они незаменимы там, где применение огневых методов ремонта и электросварки недопустимо по условиям взрыва и пожароопасности. Многие могут применяться в пищевых средах и имеют гигиенические сертификаты. Все материалы отличаются стабильно высоким качеством, что подтверждают данные многочисленных испытаний, проводимых по международным стандартам ASTM и методикам, а также сертификация по международным стандартам качества ISO 9002:1987,1994,2000, EN-29002-1987 и т.д. На каждый материал имеется информационное сопровождение, в которое входят типовая инструкция по применению, в которой содержатся рекомендации по применению ПКМ, данные по условиям нанесения, пропорциям смешивания, времени применения и достижения всех стадий готовности, а также инструкция по безопасному применению. Кроме этого, по всем материалам существует документация, в которой приводятся физико-механические характеристики и данные по химической стойкости. Эти данные приводятся для температуры 20°С. Необходимо помнить, что повышение температуры, как правило, резко увеличивает химическую активность веществ, повышая их агрессивное воздействие. В случае необходимости, по запросу, фирмой предоставляются данные для особых условий применения ПКМ и их химической стойкости при повышенных температурах в различных агрессивных средах. Повышение температуры ускоряет также процесс полимеризации (примерно в 2 раза на каждые 10°С), соответственно уменьшая время готовности ПКМ. С другой стороны, для большинства материалов охлаждение до температуры ниже 5°С практически останавливает реакцию полимеризации и ПКМ в этом случае не могут достичь готовности без дополнительного нагрева. Для

многих ПКМ нагрев и выдержка в течение нескольких часов при температуре выше 100°С, дают повышение механической и химической стойкости около 10% за счет повышения количества поперечных связей между молекулярными цепями (увеличение отношения числа прореагировавших участков молекул к числу потенциально способных вступить в реакцию полимеризации). При всей своей простоте и очевидности, применение ПКМ в ремонте и защите оборудования нередко имеет особенности, влияющие на качество исполнения, которые не всегда сразу видны, но хорошо известны профессионалам. Квалифицированные специалисты по применению ПКМ всегда могут проконсультировать, оказать быструю, эффективную помощь и поставить нужные материалы предприятиям, имеющим потребность в этой технологии. Представители и сервисные фирмы находятся более чем в 100 странах, что позволяет фирме Belzona® оперативно решать задачи в любом регионе.

3. Адгезия и методы подготовки поверхностей к нанесению ПКМ

Практически все применения ПКМ требуют прочной связи (адгезии) с поверхностью, на которую они наносятся. Адгезия ПКМ, являющихся адгезивами, имеет сложную, комплексную природу и описывается рядом теорий: механической, молекулярной, электрической, диффузионной, химической. Большое значение имеет поверхностное натяжение катализированного, но не полимеризовавшегося ПКМ - чем оно ниже, тем выше адгезия. Для достижения высокой адгезии важна хорошая смачиваемость поверхности материалом, что иногда обеспечивается специальными грунтами, и отсутствие или минимальная усадка ПКМ при полимеризации. Наивысшая сила адгезии может превышать когезионную (собственную) прочность адгезива или субстрата (материала на который наносится ПКМ), что возможно при правильном нанесении и определенном состоянии и подготовке поверхности, на которую наносится

ПКМ. В значительной мере качество подготовки и силу адгезии определяет площадь вновь образованной поверхности, которая в несколько раз может превышать первоначальную площадь. В зависимости от природы субстрата, основную роль в создании адгезии могут играть различные силы и взаимодействия, но наилучшие результаты получаются, если отсутствует окисный слой, жировые и др. загрязнения и обеспечена сплошная шероховатость поверхности с глубиной микронеровностей $50\div 75\text{Мк}$, полученная пескоструйной обработкой остроугольным абразивом.

Любая подготовленная к нанесению ПКМ поверхность имеет ограниченное время пригодности (время жизни) по условию обеспечения адгезии. Это время зависит как от внешних факторов, таких как влажность, температура, наличие в воздухе дыма, паров веществ, аэрозолей, пыли, так и от свойств субстрата: скорости его окисления в данных условиях, структуры окисной пленки и других. Так, время жизни подготовленной поверхности черного металла, при 20°C и нормальной влажности, составляет $3\div 4$ часа, а для алюминия или меди- $10\div 20$ мин. Это время, в течение которого не успевает образоваться сплошная окисная пленка на поверхности. Подготовленные поверхности строительных и минеральных материалов, как правило, живут дольше, но в любом случае не следует готовить поверхности задолго до применения ПКМ. Если условия не позволяют провести подготовку непосредственно перед нанесением ПКМ, или она требует продолжительного времени, в некоторых случаях применяются специальные консервирующие грунты для поверхностей, поэтапное нанесение ПКМ на отдельные участки, а иногда выполняется сначала предварительная, а перед нанесением ПКМ окончательная чистовая подготовка. Если окисление поверхности по какой-либо причине произошло, тогда поверхность необходимо вновь подвергнуть обработке до нанесения покрытия.

Правильная последовательность подготовки поверхности перед нанесением материалов Belzona® такова:

- Очистить и обезжирить всю (общую) поверхность.
- Обработать абразивом и придать шероховатость той поверхности, которая будет непосредственно контактировать с материалом.
- Обезжирить ремонтируемую поверхность непосредственно перед нанесением материала.

1. Очистка и обезжиривание общей поверхности ремонта

При ремонте замасленных деталей и узлов важно, чтобы вся площадь вокруг поврежденной поверхности была очищена для предотвращения последующего загрязнения. Область ремонта и поверхность вокруг этой области должны быть тщательно обезжирены с помощью чистой кисти, ткани, ветоши или разбрызгиванием с напором. Для этих целей применяется специальное средство - Очиститель-обезжириватель Бельзона®9111, также могут использоваться чистый ацетон, ксилол, трихлорэтан и бензин марки Б (калоша).

Смывание Очистителем-обезжиривателем Belzona®9111 с помощью кисти особенно полезно при сложных конфигурациях поверхности или когда присутствуют углубления или поры, удерживающие масло и смазку. Очень важно нанести очиститель обильным слоем так, чтобы он удалил (смыл) масло, смазку или другие загрязнения с поверхности. Простое смачивание очистителем, скорее всего только расширит область загрязнения.

Ткани или ветоши, смоченной в Belzona®9111, достаточно для предварительной очистки на обширных, плоских поверхностях. Надо как можно чаще менять ткань, чтобы она впитывала масла и смазки.

Необходимо также убедиться, что используемая ткань чистая и не загрязнена такими материалами как парафин.

2.Обработка и придание шероховатости поверхности

Все металлические поверхности должны быть обработаны до нанесения материалов Belzona® с целью удаления любых отложений и придания шероховатости металлу для увеличения площади поверхности и обеспечения адгезии с ПКМ.

Обычно, правильный выбор инструмента решает обе задачи одновременно, но там, где есть толстые слои ржавчины и окалины, битумные и резиновые покрытия, потребуются применение шлифовального инструмента, отбойных молотков, перфораторов, обжига или удаление отложений другими механическими или химическими способами до обработки поверхности с целью придания шероховатости.

Методы подготовки поверхности по степени убывания их эффективности:

а. Пескоструйная обработка остроугольной металлической крошкой, обеспечивающей профиль 75 микрон минимум и качество в соответствии со стандартом Sa2½.

б. Токарная обработка (для валов, гнезд подшипников и т.д.).

в. Перфорация.

г. Шлифование (отрезным диском).

д. Обработка напильником, зубилом, кернером.

е. Обработка проволочной щеткой.

ж. Обработка наждачной бумагой.

2.1.Пескоструйная обработка абразивом

Наиболее эффективный способ подготовки металлических поверхностей до нанесения ПКМ. При больших площадях или сложном профиле поверхности, это единственный практический способ достижения требуемой чистоты поверхности и оптимальной шероховатости. Подаваемый воздух не должен содержать примесей масла и/или воды.

Для подготовки поверхности обычно используются:

Медный шлак – дешевый материал, используемый при открытой пескоструйной обработке в местах, где улавливание абразива затруднено или невозможно.

Крошка закаленного чугуна – дает быструю очистку поверхности. Секущее действие острого абразива и его высокий удельный вес, обеспечивают идеальный профиль поверхности.

Оксид алюминия – очень твердый и острый абразив, обычно применяемый для очистки поверхности.

Карбид кремния – этот материал эффективнее, чем оксид алюминия. Применяется для обработки очень твердых материалов.

Все эти материалы являются остроугольными абразивами. Сферические частицы, такие как стальная дробь и стеклянные шарики не рекомендуются, поскольку не обеспечивают требуемый профиль. Нежелательно использовать и обычный песок, поскольку он не обеспечивает требуемого профиля, обладая низкой прочностью, быстро разрушается и образует при этом большое количество мелкой пыли, которая может представлять угрозу для здоровья при ее вдыхании.

Стандарты пескоструйной обработки:

а) Шведский стандарт Sa2^{1/2} SIS 05 5900 1967:

«Очень тщательная пескоструйная обработка. Прокатная окалина, ржавчина и инородные частицы должны быть удалены, чтобы на поверхности оставались только легкие пятна в виде точек и полосок. Окончательно, поверхность должна быть обработана вакуумным очистителем, чистым сухим сжатым воздухом или чистой щеткой».

б) Британский стандарт 4232 Второе качество:

«Вся поверхность должна иметь характерный для пескоструйной обработки узор и должна быть полностью очищена от загрязнения маслом, смазкой, грязью или другими веществами. При этом допустимы плотно сцепившиеся остатки прокатной окислыны или ржавчины в следующих пределах:

Для всей поверхности: в среднем не более 5%, т.е. не менее 95% поверхности должно иметь вид чистой обнаженной стали.

Для любого квадратного участка со стороной 25мм: не более 10%, т.е. не менее 90% квадрата должно иметь вид чистой обнаженной стали.

На затененных участках при разнице в узоре, полученном при пескоструйной обработке, или при отличии в структуре стали нужно обеспечивать полную их очистку ».

в) Американский стандарт почти Белой обработки SSPC-SP-10-63T

«Обработка, при которой с поверхности полностью удалены масла, смазки, грязь, прокатная окалина, ржавчина, продукты коррозии, оксидный слой, краска и другие инородные продукты кроме легких затенений, очень незначительных полосок, или незначительной потери цвета, вызванной пятнами ржавчины, оксидами прокатной окислыны, или незначительные

плотные остатки краски или покрытия, которые могут оставаться. Не менее 95 % каждого квадратного сантиметра должно быть очищено от видимых остатков инородных продуктов, а оставшаяся часть должна ограничиваться легкой потерей цвета металла, как описано выше».

2.2.Игольчатая перфорация

Это оборудование принципиально разработано для удаления окалины. Значительные отложения ржавчины лучше всего удалить перфоратором до пескоструйной обработки поверхности.

2.3.Шлифование

Шлифовальный инструмент, такой как угловые шлифовальные машинки допустимо использовать осторожно, для получения приемлемого профиля. Хотя шлифовальный инструмент и обеспечивает шероховатую обработку, но оставляет после себя бороздчатую поверхность с длинными гладкими параллельными царапинами, тогда как в идеале требуется матово шероховатая поверхность. Шлифование нужно выполнять короткими кругообразными движениями, а не длинными и прямыми. Полученный рисунок на поверхности не должен быть однородным, а линии должны быть разнонаправленными.

2.4.Опиловка

Вращающиеся фрезы или буры подходят для подготовки небольших сложно конфигурированных областей, где доступ большого инструмента затруднен. Грубые напильники могут применяться для обеспечения зацепления на небольших участках ремонта, особенно на мягких материалах и пластике.

2.5.Токарная обработка

При протачивании вала до его восстановления с помощью ПКМ, область ремонта должна быть проточена таким образом, чтобы поверхность имела грубый резьбовой профиль и как можно более шероховатую поверхность на витках проточки. Гладкий точный резьбовой профиль не обеспечит надлежащую адгезию материала к основе.

2.6.Обработка проволочной щеткой

Обработка поверхности вращающейся высокооборотной щеткой не рекомендуется, поскольку этот способ приводит к заглаживанию поверхности. Ручная обработка проволочной щеткой, хотя и не идеальна, но способствует удалению легкой ржавчины и окалины и может обеспечить приемлемое качество поверхности на небольших, мало нагруженных поверхностях.

2.7.Ручная обработка наждачной бумагой

Обработка наждачной бумагой или бумагой с покрытием оксидом алюминия (но не стеклянной шкуркой) может применяться для небольших участков с относительно ровной поверхностью. При этом необходимо использовать средне- и крупнозернистую наждачную бумагу. Необходимо отметить, что многие допускают ошибку при подготовке поверхности особенно на медных трубах и фактически полируют основу вместо того, чтобы делать ее шероховатой. К полированию приводит либо использование мелкозернистой бумаги, либо приложение недостаточного усилия.

3.Окончательное обезжиривание

Какой бы из методов подготовки поверхности не использовался, для удаления следов присутствия масел и смазок перед применением ПКМ подготовленные поверхности обеспыливаются, обезжириваются, и

просушиваются 10÷15мин. После этого необходимо избегать повторного загрязнения, не прикасаться к поверхности голыми руками (без защитных перчаток) и как можно быстрее нанести ПКМ до начала окисления поверхностного слоя металла.

Специальные процедуры пескоструйной обработки для металлов, которые работали в коррозионных растворах.

Если оборудование длительное время было погружено в коррозионные растворы, например, морскую воду, тогда все участки, которые были погружены, должны быть вымыты напором чистой воды. Затем эти участки подвергают пескоструйной обработке до получения требуемого качества поверхности и оставляют для просыхания как минимум на 24 часа. По истечении этого времени вся поверхность снова должна быть обработана напором чистой воды, высушена и снова подвергнута пескоструйной обработке для удаления солей, которые могли выступить на поверхности за это время.

4. Подготовка и нанесение ПКМ

В стоянии поставки компоненты ПКМ (база и отвердитель) расфасованы в отдельные емкости. Перед применением материала компоненты смешиваются в определенной пропорции на смесительной поверхности или в емкости так, чтобы получить необходимое для работы количество ПКМ. Пропорции указаны в инструкции по применению, прилагаемой к каждой упаковке и могут быть взяты по весу (обычно для жидких материалов) или по объему (чаще для пастообразных материалов). Пропорция смешивания по объему может быть взята «на глаз», но для получения максимальной прочности, температурной и химической стойкости требуется точное соблюдение пропорции. Нельзя допускать попадания даже незначительных количеств отвердителя в емкость

содержащую базу и наоборот, поэтому брать компоненты можно только чистым инструментом.

С момента начала смешивания компонентов начинается полимеризация, поэтому следует смешивать за один раз такое количество материала, которое можно нанести за допустимое время применения. До полного завершения реакции полимеризации, ПКМ проходит несколько стадий готовности:

а. Время смешивания и нанесения;

б. Время достижения геометрической стабильности(допускается нанесение последующих слоев);

в. Время набора 50% механической прочности (допустимы механическая обработка и легкая нагрузка, нанесение последующих слоев возможно только после новой обработки поверхности);

г. Время набора 100% механической прочности (допустима полная механическая нагрузка);

д. Время набора полной химической стойкости.

Нанесение ПКМ желательно проводить в 2 этапа, когда сначала наносится тонкий слой ПКМ, который смачивает поверхность и втирается в ее микронеровности, а затем уже наносится слой требуемой толщины. При этом надо стараться не допускать захвата материалом воздуха и образования пустот в нанесенном объеме.

Придать восстановленной поверхности необходимую точную форму можно механической обработкой (материалы, армированные керамикой можно обрабатывать только алмазным или шлифовальным инструментом), формовкой ответной деталью или специальной, при необходимости разъемной, матрицей с разделительным средством. Жидкие материалы наносятся кистью, валиком, инъецируются в скрытые полости и в матрицы, некоторые ПКМ можно распылять безвоздушным методом.

Прочность ПКМ при работе на растяжение существенно ниже, чем при сжимающих напряжениях, что может отрицательно влиять на качество ремонта и снизить его эффективность. Для увеличения прочностных свойств ПКМ при действии растягивающих напряжений и повышения надежности ремонта при восстановлении больших объемов, применяют дополнительное армирование. Для этого используется специальная армирующая стеклотканевая решетка Belzona® 9341. Этот вспомогательный материал пропитывается с двух сторон подготовленным ПКМ и плотно вжимается в уже нанесенный на ремонтируемую поверхность материал. Такой метод упрочнения удобен, когда поверхность имеет сложный профиль. При относительно простой геометрии восстанавливаемой поверхности можно также применять в целях упрочнения соответственно подготовленные куски металлической сетки, металлические накладки и арматуру. При ремонте корпусных трещин, их концы засверливают, саму трещину разделяют как под сварку и устанавливают на ПКМ гужоны, с шагом 30÷60мм. для фиксации ее краев между собой, а также крепят на винтах накладки, предохраняющие от раскрытия трещину. Все элементы должны быть подготовлены и покрыты перед установкой материалом. При формовке поверхностей разъемной матрицей или надвиганием ответной детали, ПКМ наносят на обе смыкаемые поверхности с таким расчетом, чтобы материал заполнил при смыкании весь зазор, а воздух в нем не заперся и мог свободно выйти. При инъектировании также необходимо предусмотреть каналы для выхода воздуха и контроля заполнения.

5. Краткая аннотация материалов фирмы Belzona®.

5.1 1000 полимерметаллы и полимеркерамика

1111 Супер- металл. Универсальное средство для всех ремонтов. Рабочее состояние до 20 мин. при 20°C. Через 2 часа может подвергаться

любой механической обработке. Используется при ремонте корпусных чугунных деталей, устранении дефектов литья, восстановлении изношенных валов, гнезд подшипников, шпоночных канавок, устранении задигов на штоках и поршнях гидроцилиндров, восстановлении сорванной резьбы и др. Исключительная адгезия к черным и цветным металлам, их сплавам и неметаллам.

1121 Супер XL-Металл. То же самое, что и Супер-металл, но с более продолжительным временем рабочего состояния до 40 мин. при 20°C. Применяется для ремонта и восстановления крупногабаритных деталей и там, где затруднено нанесение материала.

1131 Антифрикционный металл. Антифрикционный материал со смазывающими свойствами, с очень низким коэффициентом трения для восстановления изношенных трущихся рабочих поверхностей скольжения: подшипников, направляющих и т. п. из баббита, бронзы, латуни, меди и др.

1141 Электропроводящий металл. Применяется для соединения токопроводящих линий, ремонта немагнитных материалов, скрепления анодных зажимов, соединения контрольных цепей с штекерами и гнездами, ремонта бронзового литья и т.д.

1211 Е-Рapid металл. Быстротвердеющий композит. Рабочее состояние до 5 мин. при 20°C. Применяется для быстрого заделывания трещин в трубах, радиаторах, сборниках, бензобаках, лопнувших батареях, при соединении разнородных металлов и неметаллов, восстановлении сорванной резьбы, ремонте ванн и т. д.

1221 Супер Е-металл. То же самое, что Е-Рapid металл, но в более мелкой расфасовке (герметично запечатанные парные пакетики по 125 гр.).

Время отверждения – 14 мин. Легкая нагрузка – 40 мин. Полная механическая нагрузка через 75 мин.

1251 НА-металл. Пастообразный продукт, предназначенный для ремонта и антикоррозионной защиты «горячего» технологического оборудования. Однокомпонентный. Допускает нанесение на практически неподготовленную, в т.ч. замасленную, влажную поверхность с высокой степенью адгезии. Полимеризация обеспечивается при температуре поверхности в диапазоне 70-150°C. Типичные области применения - ремонт горячих трубопроводов, скрубберов, реакторов и т.д.

1291 ES-Металл. Универсальный продукт для аварийных ситуаций. Перед применением разминается до однородного состояния как пластилин, прилипает к влажным поверхностям. Служит для остановки течей, уплотнения трещин в трубах, трубной арматуре, емкостях, батареях отопления, и т.д., при температуре выше +5°C.

1311 Керамический R-металл. Пастообразный. После отверждения может качественно обрабатываться только алмазным инструментом или высокооборотным абразивным инструментом. Поэтому, чаще применяется там, где не требуется последующая механическая обработка. Обладает высокой износостойкостью в эрозионно-абразивной жидкой среде, химикалиях, коррозионностоек. Применяется при восстановлении внутренних рабочих поверхностей корпусов и рабочих колес насосов, задвижек, трубных досок теплообменников.

1321 Керамический S-металл. То же самое, что R-металл, но в жидкой консистенции. Используется как конструкционный материал для восстановления посадочных мест на валах и в гнездах подшипников с износом до 0,2 мм. Применяется отдельно и в сочетании с 1111 и 1311 как очень стойкое к абразивности, эрозии, кавитации, коррозии, химикалиям

покрытие, обычно наносимое в два слоя по 0,25 мм каждый (для визуального контроля качества выпускается двух цветов: серый и голубой), как фрикционное покрытие на ведущих барабанах для конвейерных лент и т.п. Высокая стойкость к кавитации и эрозии повышается после специальной термической обработки и нанесения трех и более слоев.

1341 Супер Металл-гляйд. Назначение такое же, как и у керамических металлов 1311 и 1321. Обладает относительно низкой вязкостью и хорошо заполняет поры и трещины. Стоек к химически активной жидкой среде (водносолевым растворам) и кавитации. При нанесении на поверхность кистью или специальным разбрызгивателем, при температуре + 50°C, создает глянцевую поверхность, что повышает КПД в гидравлических системах до 7%. Термическая стойкость в воде 60°C, в сухих условиях 150°C.

1391 Керамик НТ-металл. Защита от эрозии/коррозии в высокотемпературной среде. Предназначается для применения в системах особую эрозионно-коррозионную стойкость при повышенных температурах. В обычном применении термостойкость до 100°C по мокрому и 200°C по сухому. Термостойкость до 145°C по мокрому обеспечивается специальной тепловой обработкой после отверждения и нанесением трех и более слоев.

1521 Защитное покрытие, обладающее теплостойкостью до 150°C во влажных условиях. Покрытие стойко к воде, водным растворам, водяному пару, и углеводородам. Его можно наносить подогреваемым безвоздушным распылителем в нефтегазовых и нефтеводных сепараторах, теплообменниках, бустерных насосах, опреснителях, автоклавах,

дистилляторах, поглотителях. Не рекомендуется применять в сухих условиях при высокой температуре.

1522 Защитное покрытие, обладающее теплостойкостью до 150°C во влажных условиях. Покрытие стойко к воде, водным растворам, водяному пару, и углеводородам. Его можно наносить подогреваемым двухкомпонентным распылителем в нефтегазовых и нефтеводных сепараторах, теплообменниках, бустерных насосах, опреснителях, автоклавах, дистилляторах, поглотителях. Не рекомендуется применять в сухих условиях при высокой температуре.

1591 ХТ-металл. Защитное покрытие, обладающее теплостойкостью до 185°C во влажных условиях. Покрытие стойко к воде, водным растворам, водяному пару, и углеводородам. Применяется в нефтегазовых и нефтеводных сепараторах, скрубберах, теплообменниках, бустерных насосах, опреснителях, автоклавах, дистилляторах, поглотителях.

1811 Керамический Карбайд. Керамический металл, армирован керамическими частицами. Очень стоек к сухой абразивной среде. Высокая стойкость к химикалиям. Применяется для защиты насосов, трубопроводов, воронок, бункеров, пересыпов и др. от скользящей абразивности. Интервал рабочих температур: от – 40° до + 150°C (по сухому) и +60°C (по мокрому).

1812 Керамический Карбайд FR. Пастообразный продукт для ремонта и защиты оборудования, такого как желоба, бункеры, шнеки, баггерные, шламовые, фекальные, пульповые и др. аналогичные насосы, мешалки, сепараторы, циклоны и т.д. от абразивного воздействия мелкодисперсных частиц в сухой и мокрой среде. Температурная стойкость в сухих условиях до 150°C, во влажных до 60°C. Более стоек в мокрой среде, чем 1811.

1821 Флюид металл. Продукт для создания долговечного, износоустойчивого, нескользкого безопасного покрытия на поверхностях оборудования. Используется вместе с агрегатами 9211, 9221.

5.2 2000 эластомеры

Двухкомпонентные материалы, полимеризуются (без нагрева) и обладают всеми свойствами резины. Многоцелевого назначения. Наносятся на резиновую, металлическую или другую поверхность, покрытую предварительно грунтовкой. Термостойкость до 60°C. Срок хранения на складе при температуре от 5° до 25°C – 3 года. Срок хранения вскрытой упаковки – 1 месяц. Жидкие эластомеры, как покрытия наносятся кистью или распылителем. Используются также для отливок изделий по форме. Заполняют компенсационные зазоры.

2100 D & A Эластомеры. Абразиво и износостойкие, химически стойкие материалы. Твердость по Шор – 85.

2111 D & A Hi-Bild Эластомер. Пастообразный материал, применяется для ремонта изношенных и поврежденных резинотехнических изделий: уплотнений, резиновых и гуммированных элементов арматуры, покрытий емкостей, резинометаллических подшипников, конвейерных лент, насосов, боковых порезов автопокрышек, резиновой изоляции электрических кабелей, резиновых баллонов, диафрагм, мембран и др.

2121 D & A Hi-Coat Эластомер. Покрытие, пленочная защита металлических и неметаллических поверхностей от эрозии, коррозии, кавитации, ударно-абразивного износа, химически агрессивных сред, ремонт резиновых баллонов, диафрагм, резиновых покрытий.

2131 D & A Fluid-эластомер. Материал, используемый для отливок по форме виброгасителей, амортизаторов, уплотнений, прокладок, сальниковых манжет, гибкой оснастки, ремонт резиновых покрытий.

2200 МР Эластомеры. Более дешевые, но менее износостойкие и химически стойкие материалы. Твердость по Шор – 70 (паста), и 65 (жидкий). Область применения аналогичная группе 2100 с учетом меньшей твердости, износной и химической стойкости.

2211 МР Hi-Bild Эластомер. Пастообразный материал.

2221 МР-Эластомер. То же самое, но жидкий материал.

2311 SR-Эластомер. Применяется для аварийных ремонтов резиновых изделий. Выпускается в малой расфасовке по 75 гр. Время использования 3 мин. после смешивания при 20°C. Время отверждения 20 мин. Полная нагрузка через 50 мин. при 25°C. Для ремонта резины или нанесения на поверхность используется с грунтовкой для эластомеров.

2911 Грунтовка для эластомеров. Расфасовка в банках по 0,1 кг. Служит для обеспечения хорошей адгезии эластомеров с различными материалами включая резины. После нанесения кисточкой тонкого слоя нужно дать подсохнуть 20 мин.

2921 Грунтовка для эластомеров. То же самое. После нанесения кисточкой тонкого слоя нужно дать подсохнуть 2 часа.

5.3 Строительные материалы и покрытия

3000 мембраны

3111 Эластичная мембрана. Позволяет экстренно и просто герметизировать крыши зданий, в том числе для жестких и мягких кровель. Обеспечивает на длительный срок защиту от непогоды (до 10 лет) и герметизацию крыш любого типа. Продукт долговечен, защищает от инфракрасного и ультрафиолетового излучения, от природных и промышленных загрязнений. Не пропускает воду, но пропускает пары воды, чем обеспечивает «дыхание» влажной крыши. Прекрасно подходит для покрытия водосточных желобов, парапетов стен, глазурованных плиток, стыков, швов декоративной отделки, отделки площадей под водоемы, площадей плоских крыш, сложных крыш и куполов. Цвет:

белый, серый. Применяется с текстильной решеткой. Покрывается в два слоя: 1-й (с учетом усиливающей текстильной решетки) – 250 мкм; 2-й – 150 мкм. Для повышения адгезии мембраны к поверхности применяется PSC- (для пористых поверхностей) или GSC-грунтовка (для гладких поверхностей) – материалы 3911 и 3921 соответственно.

3121 Мембрана MR7. Назначение - аварийный ремонт и защита поверхностей всех типов крыш против атмосферного воздействия даже в условиях неблагоприятной погоды. Применение возможно в любое время года, в т. ч. при снеге, дожде и низких температурах. Цвет: серый, песочный. Применяется с армирующей решеткой 9331 для обеспечения долговечности. Расход: 1 литр на 1,5 –2 м² при толщине слоя 373 мкм.

3211 Лагсеал. Термостойкое покрытие – огнестойкая мембрана: защищает поверхности от воздействия влаги и углеводородов в условиях термической нагрузки. Наносится кистью или разбрызгивателем на твердые, предварительно загрунтованные поверхности. Для повышения адгезии мембраны к поверхности применяется PSC- (для пористых поверхностей) или GSC-грунтовка (для гладких поверхностей) – материалы 3911 и 3921 соответственно. Класс пожарной безопасности 0 по BS476 (номер испытания 181.84.1, проведенного группой испытания пожарной техники в г. Гамбурге). Применяется на внешней изоляции турбин, паропроводов, котлов как по теплоизоляции, так и по металлу и с огнестойкой текстильной решеткой 9321. Нанесение кистью или безвоздушным распылением. Расход: 1-й слой 1 кг на 1,4 м² (250 мкм), 2-й – 1 кг на 2,55 м² (150 мкм).

3911 PSC грунт. Однокомпонентный грунт на основе растворителей, для обработки пористых и битумных основ, таких как бетон, каменная или кирпичная кладка, дерево, асфальт и рубероид.

3912 Водноосновный грунт Однокомпонентный, на водной основе грунт для обработки пористых поверхностей. Не эффективен на битумных

поверхностях. Применяется для обработки участков, где нельзя использовать грунты на основе растворителей, по причине безопасности или нормативных ограничений.

3921 GSC грунт. Двухкомпонентный грунт на основе растворителей, для обработки как пористых так и не пористых основ, таких как бетон, каменная и кирпичная кладка, дерево, асфальт, рубероид, металлы, стекло, шифер. Продукт имеет значительное содержание цинка, что делает его пригодным для защиты гальванизированных металлических поверхностей и антикоррозионной защиты оголенная арматура в бетоне небольших стальных конструкций, таких как.

5.4 4000 Магма материалы

4111 Магма Кварц. Применяется для ремонта бетона и камня. Двухкомпонентный материал с добавлением агрегата кварца, служит для восстановления бетонных или каменных конструкций, подверженных механическим, ударным и химическим нагрузкам. Восстановленные места по прочности и долговечности в 5 раз превосходят бетон. Для ремонта не требуется опалубка. Расход при толщине 6 мм – 1 кг на 740 см² (2,21 кг/л). Для обеспечения хорошей адгезии наносится на материал 4911 (Магма ТХ-грунтовка).

4121 Магма-Филл. Материал, как и 4111, применяется для восстановления сильно поврежденных участков с глубокими дырами. Материал служит заполнителем, обладает повышенной проницаемостью и является превосходным материалом как основа перед применением материала 4111. Может наноситься на влажную или мокрую поверхность (со снижением по сравнению с сухой поверхностью качеством примерно на 75%). Минимальная рекомендованная толщина слоя 12 мм. Удельный объем 452 см³/кг.

4131 Магма скрид. Эффективное непористое покрытие для бетона. Обеспечивает превосходную защиту от абразива и от химического

воздействия. Наносится на полы, стены, переходы, скаты, производственные площади, загрузочные емкости складов, лифты, площади под химические хранилища. Расход при толщине 6 мм – 1 кг на 700 см² (2,3 кг/л).

4141 Магма билд. Ремонтный материал для восстановления вертикальных и нависающих бетонных поверхностей. Представляет собой высокомолекулярный полимер, наполненный неплотным неметаллическим агрегатом. Легкий, непористый материал, идеален для внешних и внутренних ремонтов. Для обеспечения хорошей адгезии наносится слоем до 7,5-12 см на материал 4911 (Магма ТХ-грунтовка). Удельный объем – 1375 см³/кг.

4151 Магма резин. Материал для защиты бетонных поверхностей от воздействия химических атак и абразива. Превосходная адгезия к металлическим и неметаллическим поверхностям, к бетону и цементным поверхностям. Разработанный специально для защиты больших площадей бетона, 4151 создает химически стойкое покрытие. Легко красится. Толщина пленки и расход материала определяются пористостью и профилем поверхности. Расход составляет примерно 1 кг на 3,1 м². Для обеспечения хорошей адгезии наносится на материал 4911 (Магма ТХ-грунтовка).

4181 Кислотоустойчивый материал для ремонта бетона. Обладает высокой теплостойкостью и ударной вязкостью. Применение в химических хранилищах, фундаментах насосов, погрузочных платформах, дренажных канавах, зумпфах, печах. Расход 15 кг на 6300 см³.

4211 Магма стоп. Материал для быстрой ликвидации протечек. Легко подготавливается, применим для внешнего и внутреннего нанесения, дает минимальную усадку, держит давление, стоек к коррозии и химическим атакам. Удельный объем – 574 см³/кг.

4221 Магма сеал. Пропитка для бетона, камня и др. Образует водонепроницаемую пленку, обеспечивает гидроизоляцию и закрепляет пористые и гладкие поверхности. Наносится в 2 слоя. Расход 1,67 кг на 1 м² в 1 слой толщиной 1,25 мм.

4231 Быстро полимеризующийся продукт для аварийного ремонта и выравнивания бетонных и каменных поверхностей, поврежденных ударным, вибрационным, химическим и атмосферным воздействием. Может применяться при низких температурах, а также для заливки и склеивания. Расход 2,5 кг. на 1250 см³.

4301 Пастообразный продукт для ремонта и выравнивания поверхностей, поврежденных химически агрессивными средами (в т.ч. перед нанесением защитных покрытий). Расход 1кг. на 720см³.

4311 Магма CR1. Высокопрочное покрытие для металлов, бетона, стекла, пластмасс, противостоящее химически агрессивным средам. Магма CR1 противостоит серной кислоте 0-98%, соляной кислоте 0-36%, хромовой кислоте 0-40%, фосфорной кислоте 0-52%, лимонной кислоте 0-30%, гидроокиси калия 0-40%, углеводородам, растворителям. Противостоит парам серной кислоты с концентрацией до 65%, фенолам, ацетону, двуххлористым этиленам, метилхлоридам, горючим смолам. Расход при толщине 250 мкм- 1 кг. в зависимости от типа поверхности от 2,8 м² и более на одно покрытие.

4341 Магма CR-НТ. Защитное покрытие для предохранения от химического воздействия при повышенных температурах (до 90°С). Особенно эффективно в горячих неорганических кислотах. Расход 1,5кг. на 3,6 м².

4411 Граногрип. Противоскользящие покрытия (серый, желтый, красный). На поверхность наносится кистью основа и затем насыпается ровным слоем агрегат (крупные или мелкие прозрачные гранулы). Прозрачные гранулы применяются в сочетании с красной или желтой

основой, для лучшей видимости особо опасных мест. Эти покрытия наносятся и рисунком. Не покрываемые места заклеиваются клейкой лентой. Расход при толщине покрытия 300-375 мкм. 1 кг примерно на 1,625 – 1,875 м² (для пористых поверхностей) и 2,0 – 2,375 м² (для гладких поверхностей).

4521 Магма Флекс Флюид Жидкий продукт без растворителя. После полимеризации образуется эластичный материал для уплотнения деформационных (температурных) швов с допустимой деформацией $\pm 25\%$. Предназначен для экономически эффективной замены обычных мастик и герметиков в горизонтальных швах. Высокая адгезия с большинством оснований и материалами серии 4000.

4811 Магма Абразив. Материал для защиты поверхности от абразивного износа. Сочетает качества твердой резины и плотносвязанных абразивостойких керамических включений. Наносится на различные поверхности, включая металл и бетон. Свойство эластичности повышает ударную стойкость, обеспечивает абразивную защиту при скольжении, снижает разогрев. Расход при толщине слоя 6 мм, 1 кг на 650 см².

4911 Магма ТХ-грунтовка. Применяется для подготовки металлических и каменных поверхностей перед использованием материалов серии 4000. Расход 1 кг на 2,83 м².

5.5 5000/6000 барьерные и противокоррозионные покрытия

5111 Керамик клединг. Бесшовный кафель. Защитное покрытие в виде глянцевой непористой бесшовной поверхности для всех типов металлических и неметаллических оснований против солевого тумана, абразивно-пылевого износа и коррозии. Не сохраняет остаточной радиации после облучения. В зависимости от материала основания наносится на предварительно нанесенный материал 6111 (на стальное основание) или 5911 (на другие основания). Расход: 1 л на 3,0 – 4,2 м² (на два слоя покрытия). Расход керамик грунтовки 5911 – 1,88 ÷ 2,5 м²/кг.

5122 Кля клединг концентрат. Прозрачное «дышащее» покрытие для фасадов зданий, памятников старины, статуй, бетонированных лестниц и полов. Покрытые поверхности надежно защищены от проникновения дождевой воды, содержащей серу, которая разрушает пористые поверхности фасадов зданий. Благодаря прозрачности покрытия внешний вид фасадов не изменяется. Долговечность покрытия 10 лет. Материал годен к использованию на большинстве минеральных строительных материалов. Расход зависит от пористости основания: от 14 м²/л – на гладком бетоне, до 10 м²/л – на грубом бетоне.

5131 EG-Клединг. Покрытие со свойствами термального барьера для снижения теплообмена и решения проблем, связанных с конденсатом. Благодаря низкой теплопроводности этого материала и его исключительно низкой теплоемкости холодные поверхности, обработанные материалом EG-клединг, «не чувствуют» тепла и горячие «не чувствуют» холода. Простое применение обеспечивает невидимый барьер, идеальный для влагозащиты и климатической защиты любых сооружений. Годен к применению как на сухих, так и на влажных поверхностях, включая кирпич, асбоцемент, алюминий, металлические поверхности, камень, бетон, рифленое железо, существующие наносимые покрытия (включая битумные). Цвет: белый, серый. Предварительно поверхность покрывается GSC-грунтовкой 3921 или EG-грунтовкой 5921. Тип грунтовки и расход уточняется в зависимости от вида материала и шероховатости поверхности. Расход 5131 зависит от поверхности и составляет 1,0 - 2,5 м²/л. Расход EG-грунтовки 5921 ÷ 1,5 – 8 м²/л. Расход GSC-грунтовки 3921 ÷ 5,6 – 7,4 м²/л.

5151 Hi-Build Клединг. Предотвращает разрушения поверхности, вызываемые промышленными загрязнениями, морскими и любыми природными агрессивными воздействиями, ультрафиолетовой радиацией. Идеально подходит для защиты стен, колонн, стальных панелей из кирпича,

камня, бетона, стали, алюминия. Рекомендованная толщина 15 – 200 мкм. Используется с грунтовкой 5941. Цвет: песочный или белый известняк. Расход материала составляет примерно 0,5 л/м² (зависит от типа поверхности).

5221 D & A Ламинат. Экологически чистое покрытие для защиты дерева внутри помещений – долговечное, износостойкое покрытие для всех видов дерева. Применяется для покрытия полов из струганного дерева, паркета, мастерских, цехов, рабочих поверхностей из дерева, мебели, лестниц, полов из керамической плитки. Обладает высокой стойкостью к большому числу химических веществ. Износостойкость материала выше чем у аналогичных в 5 раз. Отсутствие запаха и вредных испарений. Отверждение через 2 часа. Лак может быть подкрашен добавлением пигментов. Применяется с грунтовкой 5931. Расход – 0,15 л/м².

5711 Алгаэ-Барьер. Барьерное покрытие для защиты поверхностей от прорастающих водорослей. Особенно эффективно при использовании на длительно погруженных бетонных поверхностях очистных сооружений. При толщине пленки 250 мкм практический расход – 1 кг на 2,88 м².

5811 Иммершин Грейд. Покрытие, обеспечивающее надежную защиту от воздействия нефтепродуктов, химических веществ и воздействий окружающей среды. При нанесении создает химически/масло/водостойкое покрытие. Легко и быстро наносится на металл, кирпич или бетон кистью, валиком или распылителем. Эффективно защищает от коррозии поверхности, находящиеся в условиях постоянного погружения. Расход 4 м² на 1 л материала, наносимого в один слой 250 мкм.

5851 НА-Барьер. Однокомпонентный усовершенствованный продукт, аналогичен 1251.

5891 НТ Иммершин Грэйд. Продукт, не содержащий растворителей, для защиты наружных и внутренних поверхностей оборудования, конструкций и сооружений, работающих в условиях постоянного погружения в горячую ($T \leq 90^\circ\text{C}$) воду (стоячую, с приливами-отливами, с небольшим течением) и водные растворы большинства промышленных химических веществ. Наносится кистью, роликом или распылением. Расход 4л на $7,6\text{м}^2$.

5911 Керамик грунт. Основанный на растворителях грунт для 5111 на бетонные, каменные основы и цветные металлы. Расход 1л на $6-8\text{м}^2$.

5981 Лонг Оверкот грунт. Предназначен для сохранения подготовленной поверхности перед нанесением 5811. Минимальное время выдержки до нанесения 5811 составляет 2ч, а максимальное до 30 дней, в зависимости от температуры и использованного растворителя (для разбавления используют 9121 или метилэтилкетон по инструкции до 20%). Расход 5л на 48м^2 неразбавленного или $57,5\text{м}^2$ разбавленного грунта.

6111 Жидкий Анод. Долговечная катодная защита для любых металлических конструкций, это покрытие для холодной оцинковки металлических поверхностей. Тонкая цинкованная пыль соединяется химически с поверхностью и защищает от коррозии. Наносится в два слоя. Цвет: серый и синий. Расход $3,6\text{ м}^2$ на 1 кг материала при слое 38 мкм.

5.6 8000 многоцелевые материалы и смазки

8111 Маулдабл Вуд. Многофункциональный ремонтный продукт для ремонта дерева, стекловолокна, керамики. Хороший изолятор, удобен для литья в форму. Быстро полимеризуется и легко обрабатывается как дерево. Готовится любой консистенции и подкрашивается при смешивании.

8211 Анти-сайз. Монтажная, серебристо-серого или серого с медным оттенком цвета, пастообразная смазка. Облегчает монтаж и защищает соединения от воздействия коррозии и заклинивания в условиях вибрации и высоких температур (до 1100°C) Применяется как долговечная

смазка для неподвижных соединений (на никелевой основе) или для подвижных соединений (на медной основе). После эксплуатации смазанные соединения могут быть легко размонтированы без повреждений (например: болты, подшипники скольжения, подшипники качения). Применяется для всех видов металлов, нейтральна к синтетической резине и является защитой для уплотнений. Расход 1 кг на 10 м².

8311 Нато Флюид. Демонтажная светло-желтая, жидкая смазка. Обладает сильным проникающим действием, вытесняет воду, размягчает ржавчину, защищает от коррозии. Применяется при демонтаже приржавевших соединений, как защитное антикоррозийное, водоотталкивающее, диэлектрическое покрытие, а также как смазка. Наносится распылением из аэрозольной упаковки (0,5 л) с механическим ручным насосом и выдвижной насадкой или кисточкой при поставке в канистре (5 л). Обеспечивает антикоррозийное покрытие в закрытом помещении - до 2 лет, на открытом воздухе – до 6 мес. Расход около 0,5 л на 50 м².

5.7 9000 Вспомогательные материалы

9111 Очиститель-обезжириватель. Органический растворитель для очистки и обезжиривания механически очищенной ремонтируемой поверхности. Должен просохнуть перед нанесением композита. Не горюч. Качественно растворяет жиры. Наносится кистью так, чтобы не оставлять ворсинок. Используется также для очистки инструментов после работы.

9121 Универсальный разбавитель. Растворитель, используется для разбавления некоторых материалов при смешивании в холодных условиях и достижения установленной толщины покрытия и расхода. Как правило, допускается разбавление до 5 %. Также используется как растворитель для очистки инструментов после нанесения материала - кистей, распылителя, инъекционного пистолета.

9211 Агрегат Супергрип. Самый крупный, черный, для применения на скользких участках с большим количеством жидкости и интенсивным движением транспорта. На самых тяжелых участках применять с 1321 (на приводных барабанах конвейеров и т.п.).

9221 Агрегат Суперфут. Самый мелкий, на вид белый, почти прозрачный, что позволяет покрытию сохранять четкий желтый или красный цвет (традиционные цвета систем безопасности). Применяется на участках с пешеходным движением или с неинтенсивным движением транспорта. Наносится в таком количестве, которое обеспечит требуемую устойчивость к нагрузкам, но степень шероховатости соотносится с возможностью последующей очистки покрытия от загрязнений.

9311 Армирующая ткань для 3111. Искусственная сетчатая текстильная ткань, обеспечивающая дополнительную прочность и долговечность. Применяется практически всегда, служит как толщиномер при нанесении 3111. Поставляется в рулонах шириной 25, 50 и 100см. Структура ткани позволяет рвать ее продольно, получая нужную ширину.

9321 Армирующая ткань для 3211. Сетчатая ткань со стекловолоконными включениями, аналогично 9311.

9331 Армирующая ткань для 3121. Ткань с закрытой ячейкой для армирования 3121.

9341 Усиливающая стеклотканевая решетка. Сетчатая лента из стеклоткани специального плетения, производится различной ширины и длины. Применяется для армирования в сочетании с пастообразными ремонтными композитами для увеличения прочности. Перед нанесением решетка с двух сторон пропитывается соответствующим композитом (металлом или эластомером), плотно накладывается на поверхность и снова обмазывается. Хорошо работает на растяжение.

9411 Разделительная жидкость. Маслянистая жидкость, после нанесения кисточкой и высыхания (20 мин.) создает тончайшую (около

5мкм) разделительную пленку на поверхности, к которой не прилипают композиты (отсутствует адгезия), используется для покрытия матриц при формировании композитов, для восстановления резьбы в отверстиях с помощью болта, для отливки резиновых деталей в разделяемые формы и др.

6. Таблицы технических данных некоторых продуктов BELZONA®.

6.1 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®1100

Показатель	Belzona®1111	Belzona®1121	Belzona®1131	Belzona®1141
Соотношение компонентов по объему (база : отв)	3 : 1	1 : 1	3 : 1	3 : 1
Соотношение компонентов по весу (база : отв)	5 : 1	1,2 : 1	4 : 1	4,3 : 1
<u>Свойства после смешивания (при 20°C)</u>				
Консистенция	Паста	Паста	Паста	Паста
Пиковая температура экзотермической реакции, °C	115-140	45-55	137-153	
Время до пиковой температуры, мин	25-42	50-70	20-28	
Оползание	0 при толщине 12,7 мм	0 при толщине 12,7 мм	0 при толщине 25 мм	0 при толщине 12,7 мм
Плотность, г/см ³	2,50	2,50-2,64		1,80
Срок хранения (при T=0...30°C)	Не менее 5 лет	Не менее 5 лет	Не менее 5 лет	Не менее 5 лет
Рабочее время при T=25°C, мин.	15	35	15	25
Объем 1 кг смешанного состава, см ³	398	385	575	833/1,5кг
Температура (°C) принудительной полимеризации ¹	100	100	60°C...100°C	100
Длительность принудительной полимеризации ²	До 24 часов	До 24 часов	4-24 часа	До 24 часов
Абразиво-				

¹ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

² Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

устойчивость ³ : Потеря объема (мм ³) за 1000 циклов при нагрузке 1 кг при использовании колес – H10 влаж. условия CS17 сухие	889 56	1200 210	994 95	
<ul style="list-style-type: none"> Адгезия на раскалывание (ASTM D1062), кгс/мм: Мягкие стали <ul style="list-style-type: none"> Пределная адгезия на сдвиг (ASTM D1002), кгс/см²: Мягкие стали Нерж. сталь Алюминий Латунь Медь Полиэфир/стекловолокно (*- разрушение основы)	25 190 197 126 117 133 >49*	22,3 168 119 126	197	112
Прочность на сжатие (ASTM D695), кгс/см ² : <ul style="list-style-type: none"> ЕП⁴ ПП⁵ 	914 1055	879	769 ⁶	809
Модуль упругости при сжатии (ASTM D695), кгс/см ² : <ul style="list-style-type: none"> ЕП ПП 	1,9 x 10 ⁴ 2,6 x 10 ⁴			
Коррозионная устойчивость (ASTM B117-73)	Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч	Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч		Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч
<u>Электрические свойства</u>				

³ Испытания на Taber Abraser

⁴ ЕП – естественная полимеризация (при температуре окружающей среды)

⁵ ПП – принудительная полимеризация (при принудительной подаче горячего воздуха на поверхность)

⁶ В данном случае – **Предел текучести при сжатии**

Диэлектрическая прочность (ASTM D149), В/мм	3360	5960		
Диэлектрическая константа (ASTM D150)	10 при 1000 Гц 6 при 1 МГц	8 при 1000 Гц 6 при 1 МГц		
Коэффициент рассеяния (ASTM D150)	< 0.0005 при 1 МГц 0,012 при 1 КГц	< 0.0005 при 1 МГц 0,005 при 1 КГц		
Объемная сопротивляемость (ASTM D257),	$5,3 \times 10^{12}$ Ом см	6×10^{15} Ом см		
Поверхностная сопротивляемость (ASTM D257), Ом	$4,7 \times 10^{13}$	$8,7 \times 10^{14}$		
Допустимая нагрузка током: • постоянная • максимальная				3 А/см ² 6 А/см ²
Удельное сопротивление ⁷				$8,05 \times 10^{-3}$ Ом см
Прочность на изгиб (ASTM D790), кгс/см ² : • ЕП • ПП	633 914	577	538	
Модуль упругости при изгибе (ASTM D790), кгс/см ² : • ЕП • ПП	$7,45 \times 10^4$ $6,4 \times 10^4$			
Твердость • по Шору (ASTM D2240) • по Роквеллу (ASTM D785) • по Бринеллю	D 89 R 107 25.9	D 87	D 87	D 85
Т°С тепловой деформации (ASTM D648),: • ЕП • ПП	58 102	51	60	58
Термостойкость ⁸ : • В сухих условиях • Во влажных усл.	-40°С...200°С -40°С...93°С	175°С 60°С	232°С 100°С	200°С 93°С

⁷ При температуре воздуха 20°С и силе тока 1 А

⁸ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

Ударная вязкость (ASTM D256),	70 Дж/м	90 Дж/м	24,5	
Усадка (DOC-C-24176A, метод 4.6.12)	< 0,025%			
Тепловое расширение (ASTM E228),	31.7 ppm/°C	68 ppm/°C		

**6.2 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®1200**

Показатель	Belzona®1211	Belzona®1221	Belzona®1291
Соотношение компонентов по объему (база : отв)	1 : 1	1 : 1	
Соотношение компонентов по весу (база : отв)	2 : 1	2 : 1	
<u>Свойства после смешивания(при 20°C)</u>			
Консистенция	Паста	Паста	Паста
Пиковая температура экзотермической реакции, °C	85-100		
Время до пиковой температуры, мин	8-10		
Оползание	0 при толщине 12,5 мм		
Плотность, г/см ³	2,15-2,27	1.70-1.90	
Срок хранения (при T=0...30°C)	Не менее 5 лет	Не менее 5 лет	Не менее 5 лет
Рабочее время при T=25°C, мин.	4	3	4
Объем 1 кг смешанного состава, см ³	450	550	58/145 гр.
Прочность на сжатие (ASTM D695), кгс/см ² : • ЕП ⁹ • ПП ¹⁰	577	570	
Модуль упругости при сжатии (ASTM D695), кгс/см ² : • ЕП • ПП			

⁹ ЕП – естественная полимеризация (при температуре окружающей среды)

¹⁰ ПП – принудительная полимеризация (при принудительной подаче горячего воздуха на поверхность)

Коррозионная устойчивость (ASTM B117-73)	Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч	Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч	
<u>Электрические свойства</u>			
Диэлектрическая прочность (ASTM D149), В/мм		8720	
Диэлектрическая константа (ASTM D150)		4 при 1КГц 4 при 1 МГц	
Коэффициент рассеяния (ASTM D150)		< 0.0005 при 1КГц < 0.0005 при 1 МГц	
Объемная сопротивляемость (ASTM D257),		6.3×10^{15} Ом см	
Поверхностная сопротивляемость (ASTM D257), Ом		1.5×10^{15}	
<u>Физико-механические свойства</u>			
Прочность на изгиб (ASTM D790), кгс/см ² : • ЕП • ПП	577	605	
Твердость • по Шору (ASTM D2240) • по Роквеллу (ASTM D785) • по Бринеллю	D 80	D 80	
Температура тепловой деформации (ASTM D648), °С: • ЕП • ПП	43	51	
Термостойкость ¹¹ : • В сухих условиях • Во влажных усл.	100°С 60°С	150°С	
Ударная вязкость (ASTM D256),	40 Дж/м		

¹¹ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

Усадка (DOC-C-24176A, метод 4.6.12)	0%		
Тепловое расширение (ASTM E228),	53,3 ppm/°C	81.5 ppm/°C	
Водопоглощение при T=25°C	2,2%	1%	

**6.3 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®1300**

Показатель	Belzona®1311	Belzona®1321	Belzona®1341N SF	Belzona®1341
Соотношение компонентов по объему (база : отв)	3 : 1	4 : 1	3 : 2	1 : 1
Соотношение компонентов по весу (база : отв)	5 : 1	11 : 1	2 : 1	10 : 7
<u>Свойства после смешивания (при 20°C)</u>				
Консистенция	Паста	Жидкость	Жидкость	Жидкость
Пиковая температура экзотермической реакции, °C	115-140	70-85		
Время до пиковой температуры, мин	25-42	53-63		
Устойчивость к оползанию / образованию потеков	при толщине 12,7 мм	при толщине 625 мк		
Плотность, г/см ³	2,36-2,52	2,35-2,45	1,42-1,46	1,39
Срок хранения (при T=0...30°C)	Не менее 5 лет	Не менее 5 лет	Не менее 3 лет	Не менее 3 лет
Рабочее время при T=25°C, мин.	15	30	T=10° 70 15° 50 20° 35 25° 25 30° 16	T=10° 90 15° 60 20° 45 25° 30 30° 20
Толщина 1 слоя покрытия, мк		250-375	250	250
Расход 1 кг ¹² , м ²		1,0	1,8/750 гр. 12/5 кг	1,2/500 гр 12/5 кг
Объем 1 кг смешанного	413	425	520/750гр.	3,6л/5кг

¹² Приблизительный расход при указанной выше толщине покрытия

состава, см ³			3,475л/5кг	
<u>Физико-механические свойства</u>				
Температура (°C) принудительной полимеризации ¹³	100	100	100	100
Длительность принудительной полимеризации ¹⁴	До 24 часов (после 24 ч ЕП)	До 24 часов (после 24 ч ЕП)	24 часа (после 24 ч ЕП)	24 часа (после 4..24 ч ЕП)
Абразиво-устойчивость ¹⁵ : Потеря объема (мм ³) за 1000 циклов при нагрузке 1 кг при использовании колес – Н10 влаж. условия CS17 сухие	129 48	172 55	52 6	22 10
• Пределная адгезия на сдвиг (ASTM D1002), кгс/см ² : Мягкие стали Нержавеющая сталь Алюминий Латунь Медь	190 196 140 160	204 211 140 155 168	228 232 154 204	232 232 154 204
Катодное рассоединение (ASTM G8)		Class B	Class B	
Кавитационная устойчивость ¹⁶ (ASTM G32),: • ЕП • ПП			12 мм ³ /ч 7,6 мм ³ /ч	29 мм ³ /ч
Прочность на сжатие (ASTM D695), кгс/см ² : • ЕП ¹⁷ • ПП ¹⁸	914	914	485 598	619 704

¹³ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

¹⁴ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

¹⁵ Испытания на Taber Abraser

¹⁶ Средняя потеря объема при частоте 20 КГц и амплитуде 50 мк с использованием стационарных испытательных образцов

¹⁷ ЕП – естественная полимеризация (при температуре окружающей среды)

¹⁸ ПП – принудительная полимеризация (при принудительной подаче горячего воздуха на поверхность)

Коррозионная устойчивость (ASTM B117-73)	Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч	Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч		
<u>Электрические свойства</u>				
Диэлектрическая прочность (ASTM D149), В/мм	1280	1320	8320	
Диэлектрическая константа (ASTM D150)	3,29 при 1000 Гц	12 при 1000 Гц 8 при 1 МГц	7,22 при 1000 Гц 6,89 при 1 МГц	
Коэффициент рассеяния (ASTM D150)	< 0.0005 при 1 МГц	< 0.0005 при 1 МГц 0,0005 при 1 КГц	< 0.0002 при 1 МГц 0,005 при 1 КГц	
Объемная сопротивляемость (ASTM D257),	1,03 x 10 ¹⁵ Ом см	3.3 x 10 ¹³ Ом см	1,85 x 10 ¹⁴ Ом см	
Поверхностная сопротивляемость (ASTM D257), Ом	5,76 x 10 ¹³	6,7 x 10 ¹³	2,3 x 10 ¹³	
Прочность на изгиб (ASTM D790), кгс/см ² : • ЕП • ПП	703	703	415 450	482 711
Твердость • по Шору (ASTM D2240) • по Роквеллу (ASTM D785)	R 104	D 80		
Температура тепловой деформации (ASTM D648), °С: • ЕП • ПП	58	47 (ЕП 20°С) 98 (ПП 100°С)	44 69	45 75
Термостойкость ¹⁹ : • В сухих условиях • Во влажных усл.	200°С 60°С	200°С 60°С (2 слоя) 90°С (≥3 слоя)	150°С 60°С	150°С 60°С
Ударная вязкость (ASTM D256),	50 Дж/м	50 Дж/м	54 Дж/м 62 Дж/м	40 Дж/м 58 Дж/м
Усадка (DOC-C-24176A, метод	Min 0,0% Max 0,005%	Min 0,0% Max 0,005%		

¹⁹ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

4.6.12)				
Тепловое расширение (ASTM E228),	35.5 ppm/°C	38,4 ppm/°C	74,7 ppm/°C	

**6.4 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®1391, 1421, 1591**

Показатель	Belzona®1391	Belzona®1421	Belzona®1591
Соотношение компонентов по объему (база : отв)	5 : 1	3 : 1	6.8 : 1
Соотношение компонентов по весу (база : отв)	13 : 1	10 : 3	13 : 1
<u>Свойства после смешивания (при 20°C)</u>			
Консистенция	Жидкость	Жидкость	Жидкость
Пиковая температура экзотермической реакции, °C		125-145	
Время до пиковой температуры, мин		25-35	
Оползание / Прогиб	0 при толщине 1,25 мм	0 при толщине 625 мк	0 при толщине 1,25 мм
Плотность, г/см ³	2,24-2,41	1,08	1,75-1,95
Срок хранения (при T=0...30°C)	Минимум 3 года	Минимум 5 лет	Минимум 3 года
Рабочее время при T=25°C, мин.	35	20	65
Объем 1 кг смешанного состава, см ³	431	460/0,5кг	543
Толщина 1 слоя покрытия, мк	600-750 (T≤100°) 800-1000 T<130°	300-375	800-1000, но не более 1200
Расход 1 кг ²⁰ , м ²	0.52 (T≤100°) 0.39 (T<130°)	1,15	0,54
<u>Физико-механические свойства</u>			
Температура (°C) принудительной полимеризации ²¹	100	100	Рабочая темп-ра оборудования или 120°C ²²
Длительность	24 ч ЕП	24 ч ЕП	24 ч ЕП

²⁰ Приблизительный расход при указанной выше толщине покрытия

²¹ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

²² Материал разработан для условий принудительной полимеризации в процессе работы (в ситуациях, когда рабочая температура достигается постепенно). До введения в эксплуатацию необходимо дать материалу полимеризоваться при температуре выше 18°C в течение 24 часов. Альтернативный вариант: дать материалу полимеризоваться при температуре выше 18°C в течение 24 часов, затем принудительно полимеризовать его, используя пар, в течение минимум 4 часов или в течение минимум 6 часов при температуре 120°C. Примечание: при полимеризации температура поверхности оборудования должна быть выше 18°C.

принудительной полимеризации ²³	2...24 часа ПП		4 часа ПП		ПП в процессе эксплуатации ³	
<ul style="list-style-type: none"> • Пределная адгезия на сдвиг (ASTM D1002), кгс/см²: Мягкие стали Нержавеющая сталь Алюминий Латунь Медь	ЕП	ПП	ЕП	ПП	Т=120° 150°С 170°С 200°С	127 88 70 63
Катодное рассоединение (ASTM G42)	Отсутствие пузырения после 30 дней при Т=90°С с потенциалом напряжения 1,5мВ		Class B			
Кавитационная устойчивость ²⁴ (ASTM G32):	ЕП 3,3 мм ³ /ч	ПП 2 мм ³ /ч	ЕП 1,55 мм ³ /ч	ПП 0,94 мм ³ /ч	22 мм ³ /ч	
Прочность на сжатие (ASTM D695), кгс/см ² :					Т=120° 150°С 170°С 200°С	429 366 309 274
<ul style="list-style-type: none"> • ЕП²⁵ • ПП²⁶ 	802 1013		258			
Относительное удлинение (ASTM D638) ²⁷ , %			10 (ЕП) 15 (ПП)			
Модуль упругости при сжатии (ASTM D695), кгс/см ² :	920 Н/мм ²					
Прочность на изгиб (ASTM D790), кгс/см ² :					Т=120° 150°С 170°С 200°С	183 140 120 126
<ul style="list-style-type: none"> • ЕП • ПП 	598 598					
• Твердость по Шору (ASTM 2240)	D 84 (ЕП) D 87 (ПП)		D 72 (ЕП)		Т=120° 150°С 200°С	D 89 D86 D84
Температура тепловой деформации (ТТД) (ASTM D648), °С:					Т°С ²⁸	ТТД 24 ч ТТД Max
<ul style="list-style-type: none"> • ЕП • ПП 	48 123 (2ч); 145 (24ч)		33 36		20 100 120 150 200	55 134 205 224 255
						- 170 230 260 280

²³ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

²⁴ Средняя потеря объема при частоте 20 КГц и амплитуде 50 мк с использованием стационарных испытательных образцов

²⁵ ЕП – естественная полимеризация (при температуре окружающей среды)

²⁶ ПП – принудительная полимеризация (при принудительной подаче горячего воздуха на поверхность)

²⁷ Образец типа М1

²⁸ Здесь температура естественной/принудительной полимеризации

Термостойкость ²⁹ : • В сухих условиях • Во влажных усл.	200°C 130°C		Не рекомендуется 185°C
Ударная вязкость (ASTM D256),	46 Дж/м 61 Дж/м	109 Дж/м	

**6.5 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®1500**

Показатель	Belzona®1511	Belzona®1521	Belzona®1522	Belzona®1541
Соотношение компонентов по объему (база : отв)	3 : 1	4 : 1	3 : 2	1 : 1
Соотношение компонентов по весу (база : отв)	5 : 1	11 : 1	2 : 1	10 : 7
<u>Свойства после смешивания (при 20°C)</u>				
Консистенция	Паста	Жидкость	Жидкость	Жидкость
Пиковая температура экзотермической реакции, °C	115-140	70-85		
Время до пиковой температуры, мин	25-42	53-63		
Устойчивость к оползанию / образованию потеков	при толщине 12,7 мм	при толщине 625 мк		
Плотность, г/см ³	2,36-2,52	2,35-2,45	1,42-1,46	1,39
Срок хранения (при T=0...30°C)	Не менее 5 лет	Не менее 5 лет	Не менее 3 лет	Не менее 3 лет
Рабочее время при T=25°C, мин.	15	30	T=10° 15° 20° 25° 30°	70 50 35 25 16
Толщина 1 слоя покрытия, мк		250-375	250	250
Расход 1 кг ³⁰ , м ²		1,0	1,8/750 гр. 12/5 кг	1,2/500 гр 12/5 кг
Объем 1 кг смешанного состава, см ³	413	425	520/750гр. 3,475л/5кг	3,6л/5кг

²⁹ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

³⁰ Приблизительный расход при указанной выше толщине покрытия

Физико-механические свойства				
Температура (°C) принудительной полимеризации ³¹	100	100	100	100
Длительность принудительной полимеризации ³²	До 24 часов (после 24 ч ЕП)	До 24 часов (после 24 ч ЕП)	24 часа (после 24 ч ЕП)	24 часа (после 4..24 ч ЕП)
Абразиво-устойчивость ³³ : Потеря объема - (мм ³) за 1000 циклов при нагрузке 1 кг при использовании колес – Н10 влаж. условия CS17 сухие	129 48	172 55	52 6	22 10
• Пределная адгезия на сдвиг (ASTM D1002), кгс/см ² : Мягкие стали Нержавеющая сталь Алюминий Латунь Медь	190 196 140 160	204 211 140 155 168	228 232 154 204	232 232 154 204
Катодное рассоединение (ASTM G8)		Class B	Class B	
Кавитационная устойчивость ³⁴ (ASTM G32),: • ЕП • ПП			12 мм ³ /ч 7,6 мм ³ /ч	29 мм ³ /ч
Прочность на сжатие (ASTM D695), кгс/см ² : • ЕП ³⁵ • ПП ³⁶	914	914	485 598	619 704
Коррозионная	Отсутствие видимых следов коррозии после	Отсутствие видимых следов коррозии после		

³¹ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

³² Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

³³ Испытания на Taber Abraser

³⁴ Средняя потеря объема при частоте 20 КГц и амплитуде 50 мк с использованием стационарных испытательных образцов

³⁵ ЕП – естественная полимеризация (при температуре окружающей среды)

³⁶ ПП – принудительная полимеризация (при принудительной подаче горячего воздуха на поверхность)

устойчивость (ASTM B117-73)	воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч	воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч		
<u>Электрические свойства</u>				
Диэлектрическая прочность (ASTM D149), В/мм	1280	1320	8320	
Диэлектрическая константа (ASTM D150)	3,29 при 1000 Гц	12 при 1000 Гц 8 при 1 МГц	7,22 при 1000 Гц 6,89 при 1 МГц	
Коэффициент рассеяния (ASTM D150)	< 0.0005 при 1 МГц	< 0.0005 при 1 МГц 0,0005 при 1 КГц	< 0.0002 при 1 МГц 0,005 при 1 КГц	
Объемная сопротивляемость (ASTM D257),	1,03 x 10 ¹⁵ Ом см	3.3 x 10 ¹³ Ом см	1,85 x 10 ¹⁴ Ом см	
Поверхностная сопротивляемость (ASTM D257), Ом	5,76 x 10 ¹³	6,7 x 10 ¹³	2,3 x 10 ¹³	
Прочность на изгиб (ASTM D790), кгс/см ² : • ЕП • ПП	703	703	415 450	482 711
Твердость • по Шору (ASTM D2240) • по Роквеллу (ASTM D785) • по Бринеллю	R 104	D 80		
Температура тепловой деформации (ASTM D648), °С: • ЕП • ПП	58	47 (ЕП 20°С) 98 (ПП 100°С)	44 69	45 75
Термостойкость ³⁷ : • В сухих условиях • Во влажных усл.	200°С 60°С	200°С 60°С (2 слоя) 90°С (≥3 слоя)	150°С 60°С	150°С 60°С
Ударная вязкость (ASTM D256),	50 Дж/м	50 Дж/м	54 Дж/м 62 Дж/м	40 Дж/м 58 Дж/м
Усадка (DOC-C-24176A, метод 4.6.12)	Min 0,0% Max 0,005%	Min 0,0% Max 0,005%		
Тепловое				

³⁷ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

расширение (ASTM E228),	35.5 ppm/°C	38,4 ppm/°C	74,7 ppm/°C	
----------------------------	-------------	-------------	-------------	--

**6.6 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®1800**

Показатель	Belzona®1811	Belzona®1812	Belzona®1821	
Соотношение компонентов по объему (база : отв)	4 : 1		2 : 1	
Соотношение компонентов по весу (база : отв)	8,5 : 7		5,3 : 1	
<u>Свойства после смешивания (при 20°C)</u>				
Консистенция	Паста с наполн.		Консистентная жидкость	
Пиковая температура экзотермической реакции, °C			100-115	
Время до пиковой температуры, мин			22-28	
Плотность, г/см ³	2,13		2,23	
Срок хранения (при T=0...30°C)	Минимум 5 лет		Минимум 5 лет	
Рабочее время при T=25°C, мин.	60		15	
Объем 1 кг смешанного состава, см ³	470		340/800 гр.	
Толщина 1 слоя покрытия, мк	6 мм		500	
Расход 1 кг ³⁸ , м ²	0,156/2кг		0.6	
<u>Физико-механические свойства</u>				
Абразиво-устойчивость ³⁹ : Потеря объема (мм ³) за 1000 циклов при нагрузке 1 кг при использовании колес – H10 влаж. условия CS17 сухие	73 21		40	

³⁸ Приблизительный расход при указанной выше толщине покрытия

³⁹ Испытания на Taber Abraser

<ul style="list-style-type: none"> • Пределная адгезия на сдвиг (ASTM D1002), кгс/см²: Мягкие стали Нержавеющая сталь Алюминий Латунь Медь • Адгезия на раскалывание (ASTM D1062), кгс/мм: Мягкие стали 	211		253 253 153 169 183 148	
Прочность на сжатие (ASTM D695), кгс/см ² : <ul style="list-style-type: none"> • ЕП⁴⁰ • ПП⁴¹ 	703 ⁴²		703	
Коррозионная устойчивость (ASTM B117-73)			Отсутствие видимых следов коррозии после воздействия в установке солевого тумана в течение 5000 ч	
Прочность на изгиб (ASTM D790), кгс/см ² : <ul style="list-style-type: none"> • ЕП • ПП 	408		450	
Твердость <ul style="list-style-type: none"> • по Шору (ASTM D2240) 			D 80	
Температура тепловой деформации (ASTM D648), °С: <ul style="list-style-type: none"> • ЕП • ПП 	48		38	
Термостойкость ⁴³ : <ul style="list-style-type: none"> • В сухих условиях • Во влажных усл. 	120°С		150°С 60°С	

⁴⁰ ЕП – естественная полимеризация (при температуре окружающей среды)

⁴¹ ПП – принудительная полимеризация (при принудительной подаче горячего воздуха на поверхность)

⁴² Здесь предел прочности при сжатии

Ударная вязкость (ASTM D256),			102 Дж/м	
-------------------------------	--	--	----------	--

**6.7 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®2100**

Показатель	Belzona®2111	Belzona®2121	Belzona®2131
Соотношение компонентов по объему (база : отв)	Контейнер на контейнер	Контейнер на контейнер	Контейнер на контейнер
Соотношение компонентов по весу (база : отв)			
Консистенция	Жидкость/гель ⁴⁴	Тиксотропная жидкость	Жидкость
Срок хранения (при T=0...30°C)	Минимум 3 года	Минимум 3 года	Минимум 3 года
Рабочее время при T=25°C, мин.	12	10	10
Объем 1 кг смешанного состава, см ³	468/500 гр	458/500 гр	468/500 гр
Толщина 1 слоя покрытия, мк	≥1250	500	250
Расход 1 кг ⁴⁵ , м ²	0,36 при толщине 2500 мк	1,8 (0,9/500гр)	3,6 (1,8/500гр)
Температура (°C) принудительной полимеризации ⁴⁶	< 48	< 48	< 48
Длительность принудительной полимеризации ⁴⁷	20 ч	20 ч	20 ч
Абразиво-устойчивость ⁴⁸ : <ul style="list-style-type: none"> • Потеря объема (мм³) за 1000 циклов при нагрузке 1 кг при использовании колес – Н18 влаж. условия Н18 сухие условия <ul style="list-style-type: none"> • Относительная 	10(T=21°C);192 (77°) 33(T=21°C);187 (77°) 130	10(T=21°C);192 (77°) 33(T=21°C);187 (77°) 130	10(T=21°C);192 (77°) 33(T=21°C);187 (77°) 130

⁴³ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

⁴⁴ Через 3 мин после смешивания – гель, который можно наносить на вертикальные и потолочные поверхности

⁴⁵ Приблизительный расход при указанной выше толщине покрытия

⁴⁶ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

⁴⁷ Для ситуаций, где принудительная полимеризация необходима

потеря объема (DIN 53-516)			
<ul style="list-style-type: none"> • адгезия на расслаивание (ASTM D429), кгс/м: 			
Мягкие стали	3214	3214	3214
Нержавеющая сталь			
Алюминий	1428	1428	1428
Латунь			
Медь	3214	3214	3214
Бетон ⁴⁹ , кгс/см ²	63,3*	63,3*	63,3*
<ul style="list-style-type: none"> • ASTM D413, кгс/м: 			
Стеклопластик	1071	1071	1071
Натуральный каучук	250*	250*	250*
Полихлоропрен	839*	839*	839*
ПВХ	321*	321*	321*
Стирен-бутадиен	1428*	1428*	1428*
Полиуретан	1428*	1428*	1428*
* - когезионное разрушение основы			
Остаточная деформация при сжатии (BS903 часть А6), %	4,9	4,9	4,9
<u>Электрические свойства</u>			
Диэлектрическая прочность (ASTM D149), В/мм	20,000	20,000	20,000
Диэлектрическая константа (ASTM D150)	7,5 при 1 МГц	7,5 при 1 МГц	7,5 при 1 МГц
Коэффициент рассеяния (ASTM D150)	0.085 при 1 МГц	0.07 при 1 МГц	0.07 при 1 МГц
Объемная сопротивляемость (ASTM D257), Ом см	1,4 x 10 ¹²	1,3 x 10 ¹²	1,3 x 10 ¹²
Поверхностная сопротивляемость (ASTM D257), Ом	1,8 x 10 ¹¹	1,5 x 10 ¹¹	1,3 x 10 ¹¹
Относительное удлинение (ASTM D412), %	550	550	550
Твердость по Шору (ASTM 2240)	A 85	A 85	A 85
Термостойкость ⁵⁰ :	-40°C...+65°C	-40°C...+65°C	-40°C...+65°C
Уровень выщелачиваемых хлоридов (ASTM			

⁴⁸ Испытания на Taber Abraser

⁴⁹ Здесь, адгезия на отрыв

⁵⁰ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

D512C), ppm	< 20	< 20	< 20
Радиационная устойчивость (BS4247, часть 1, 1981): • Коэф-т дезактивации • Клас легкости дезактивации	35 Средний	35 Средний	35 Средний
Устойчивость к провисанию	Min 12 мм	500-1000 мк	Max 250 мк
Прочность на отрыв (ASTM D624), кгс/м	6195	6195	6195
Прочность на разрыв (ASTM D412), кгс/см ²	141	141	141

**6.8 Таблица
технических данных по продуктам Belzona®4100**

Показатель	Belzona®4111	Belzona®4131	Belzona®4141	Belzona®4151
Грунт / активатор	Belzona®4911	Belzona®4911	Belzona®4911	Belzona®4911
Соотношение компонентов по объему (база : отв. : наполнитель)	Для небольших объемов ⁵¹ 2 : 1 Наполнитель добавляется до получения нужной консистенции	13 : 1	10 : 1	2 : 1
Соотношение компонентов по весу (база : отв. : наполнитель)	<u>Для небольших объемов</u> 2 : 1 : 30	30 : 1	7 : 1	2,5 : 1
Свойства после смешивания (при 20°C)				
Консистенция				Жидкость
Срок хранения (при T=0...30°C)	Минимум 5 лет	Минимум 5 лет	Минимум 5 лет	Минимум 5 лет
Рабочее время при T=25°C, мин.	30	30	45	13
Объем смешанного состава, см ³	2261 / 5 кг 6783 / 15 кг	8590 / 20 кг	11000 / 8 кг	5500 / 6 кг
Толщина покрытия	Min 6 мм	Min 6 мм	Max 12.5 см – вертикаль 7,5 см – потолок	Зависит от пористости поверхности
Площадь покрытия, м ²	0,37 / 5 кг 1,1 / 15 кг	1,4 / 20 кг		19 / 6 кг

⁵¹ Рекомендации по смешиванию содержимого всего контейнера даны в Инструкции по использованию

<u>Физико-механические свойства</u>				
Абразиво-устойчивость ⁵² (ASTM D4060) : Потеря объема (мм ³) за 1000 цик-лов при нагрузке 1 кг при использовании колес – Н10 влаж. условия CS17 сухие	822	1,590 мг	9,7 см ³	0,3019 см ³ 0,1086 см ³
<ul style="list-style-type: none"> • Предельная адгезия на сдвиг (ASTM D1002), кгс/см²: Мягкие стали • Elcometer Сухой бетон Влажный бетон Сухая /Влажная каменная плитка * - когезионное разрушение основы	169	137		169
	42*	*	42*	42*
	30*	*	30*	30*
		/	40*/28*	40*/28*
Прочность на сжатие, кгс/см ² ASTM D695 ASTM C39	970	740 527	211 ⁵³	619
Модуль упругости при сжатии (ASTM D695), кгс/см ² :	1160			
<u>Электрические свойства</u>				
Диэлектрическая прочность (ASTM D149), В/мм	5700			
Диэлектрическая константа (ASTM D150)	4,25			
Коэффициент рассеяния (ASTM D150)	0,038 при 1 МГц			
Объемная сопротивляемость (ASTM D257),	1,0 x 10 ¹³ Ом см			
Поверхностная				

⁵² Испытания на Taber Abraser

⁵³ В данном случае – **Предел текучести при сжатии**

сопротивляемость (ASTM D257), Ом	3,98 x 10 ¹⁴			
Прочность на изгиб (ASTM D790), кгс/см ² :	436	323	137	766
Модуль упругости при изгибе (ASTM D790), кгс/см ² :	6,3 x 10 ⁴			
Температура тепловой деформации (ASTM D648), °С:	38	38	30	38
Термостойкость ⁵⁴ : • В сухих условиях • Во влажных усл.	-40°С...149°С -40°С...60°С	149°С 60°С		-40°С...149°С -40°С...60°С
Ударная вязкость (ASTM D256),		19 Дж/м	9 Дж/м	
Прочность на разрыв (ASTM D638), кгс/см ²	211			
Теплопроводность (BS 874), Вт/(м*К)	1,9			
Усадка (ASTM C157)	нет		Нет при толщине 10 см	нет
Тепловое расширение (ASTM E228),	28,2 ppm/°С		30 ppm/°С	

7. Типовые применения ПКМ Belzona®

1. Ремонт поврежденных посадочных мест подшипников и шеек под уплотнения на валах и в корпусах насосов, электродвигателей, тягодутьевых машин и редукторов:

2. Ремонт изношенных шпоночных и шлицевых пазов:

3. Ремонт поврежденной резьбы, задиров на штоках гидроцилиндров.

4. Ремонт трещин и сколов в корпусах,

5. Ремонт повреждений плоскостей разъема насосов, редукторов, теплообменных устройств, элементов и корпусов турбин, фланцевых соединений.

⁵⁴ Для большинства типичных случаев материал остается термически стабильным до указанных температур

6. Восстановление и защитные покрытия от эрозионного, кавитационного, абразивного размыва проточных частей корпусов, колес, валов насосов и запорной арматуры.

7. Ремонт сквозных коррозионных повреждений емкостей, трубопроводов, линзовых компенсаторов, антикоррозионные покрытия.

8. Ремонт и неизнашиваемое защитное покрытие трубных досок теплообменников с любой степенью износа,

9. Ремонт капельно-эрозионного размыва элементов проточных частей паровых турбин в зоне ЦСД-ЦНД.

10. Химически стойкие покрытия, включая гуммированные и их ремонт.

11. Ремонт емкостей для хранения химических реагентов в цехах химводоподготовки.

12. Ремонт бетонных и железобетонных конструкций и сооружений с полным восстановлением их прочности и герметичности.

13. Быстрая и прочная заделка анкерных болтов в бетон.

14. Долговечный ремонт и герметизация кровель всех типов.

15. Защитные покрытия и пропитки фасадов и внутренних помещений.

16. Абразивостойкие покрытия пульпопроводов, желобов, бункеров против сухой и мокрой абразивности.

17. Ремонт и сращивание конвейерных лент. Восстановление резиновых деталей.

18. Жаростойкие, термобарьерные и огнезащитные покрытия.

19. Биозащитные покрытия против плесени и обрастания погруженных поверхностей.

20. Фрикционные и антифрикционные покрытия.

Наиболее часто и эффективно в ремонтных работах на электростанциях материалы Belzona® применяются:

для устранения эрозионного и кавитационного размыва нижних секций корпусов конденсатных (тип КСВ), колес циркуляционных (тип Д), разделительных перегородок в напорной полости сетевых (тип СЭ) и различных консольных насосов в цехах ХВО (1311, 1321, 1341, 1391);

в ремонте посадочных мест подшипников на валах насосов, ТДМ и РВП, часто без полной разборки ротора, в корпусах электродвигателей (1111,1321);

для устранения капельно-эрозионного размыва в зоне фазного перехода ЦСД-ЦНД уплотнительных поверхностей, поверхностей разъемов чугунных обойм диафрагм, диафрагм, заделки лопаток направляющих аппаратов чугунных диафрагм и самих цилиндров (1111, 1391, 1591);

для оперативного ремонта повреждений гуммированных химически стойких покрытий корпусов фильтров ХВО, элементов обвязки, ремонта емкостей хранения реагентов, баков-мерников (2111, 2121, 2131, 1391, 4311, 4111, 4151, 5811);

для ремонта и защиты трубных досок и плоскостей разъема теплообменников (1311, 1391, 1591);

для ремонта железобетонных конструкций (4111, 4151, 4121, 4131, 4151);

для устранения течей и ремонта коррозионных повреждений линзовых компенсаторов, маслобаков и емкостей хранения масла (1111,1211, 1221, 1321);

Материалы Belzona[®] позволяют выполнять работы быстро, с минимальными трудозатратами. Восстановленные детали обычно имеют ресурс соизмеримый с новыми деталями, а иногда, например, при сплошном покрытии проточной части насосов или поверхности трубных досок, превосходящий ресурс новых в 2÷3 раза. Экономический эффект от использования этой технологии при правильном ее применении

многократно превосходит затраты на нее. В некоторых случаях материалы Belzona® позволяют избежать дорогостоящей замены оборудования и ущерба от потерь производительности и простоя. Тогда размер полученной выгоды и экономии становится несопоставимо больше стоимости работ.

Литература:

1. Ли Х. и Невилл К.

Л. 55 Справочное руководство по эпоксидным смолам.

Перевод с английского под ред. Н.В. Александрова

М «Энергия», 1973 ЦДК 621.315616.91(031)

2. Вульфович И.А., Казанский С.А. «О двухкомпонентных полимерных композиционных материалах холодного отверждения и опыте их применения в ремонтах восстановлении и защите энергетического оборудования»

Проблемы энергетики : Доклады научно-практической конференции к 30летию ИПК госслужбы 4.3. М., ИПК госслужбы 1998 Удк621 ISBN 58081 0.013-5.

3. Энциклопедия Полимеров Т1-3 , Редколлегия В.А.Каргин и др.
М. «Советская Энциклопедия» 1972-1977

4. Материалы фирмы Belzona®