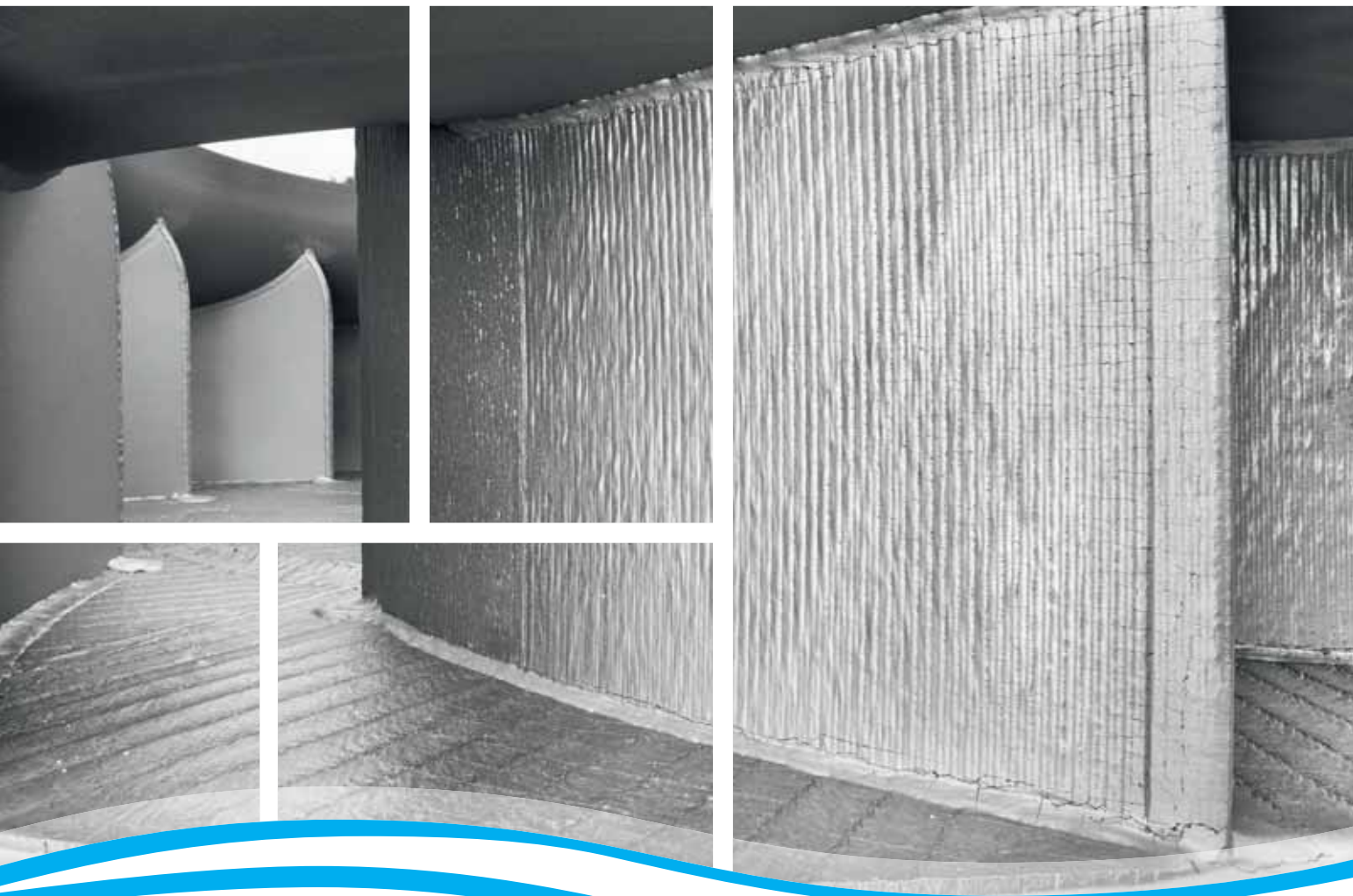


# Защита от износа для центробежных тягодутьевых машин

Мы заставим воздух работать на Вас



ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)  
Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, (925) 5007155, 54, 65 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Защита от износа — экономически рациональное решение

Крыльчатка, поврежденная в результате отсутствия защиты от износа



## Чрезвычайно высокие требования

Крупные и специальные вентиляторы часто подвержены воздействию износа. Они должны выдерживать чрезмерные нагрузки в технологических процессах различных отраслей промышленности. Наибольшим нагрузкам подвержены машины, используемые в цементной и сталелитейной промышленности. Абразивные среды, которыми насыщен перекачиваемый воздух (клинкерная пыль, кварц, корунд, древесные и пластмассовые опилки), оседают на материале. Втянутые частицы попадают на все структуры вентилятора — лопасти крыльчатки, корпус, передний диск и диск основания. Здесь они наносят ущерб, местами значительный.

Износ материала приводит к уменьшению его толщины и, тем самым, к сокращению срока службы вентилятора. Износ может привести к снижению производительности или разбалансировке, которые будут препятствовать дальнейшей эксплуатации. Результатом станут значительные дополнительные затраты. С экономической точки зрения выгоднее инвестировать в превентивные защитные мероприятия.



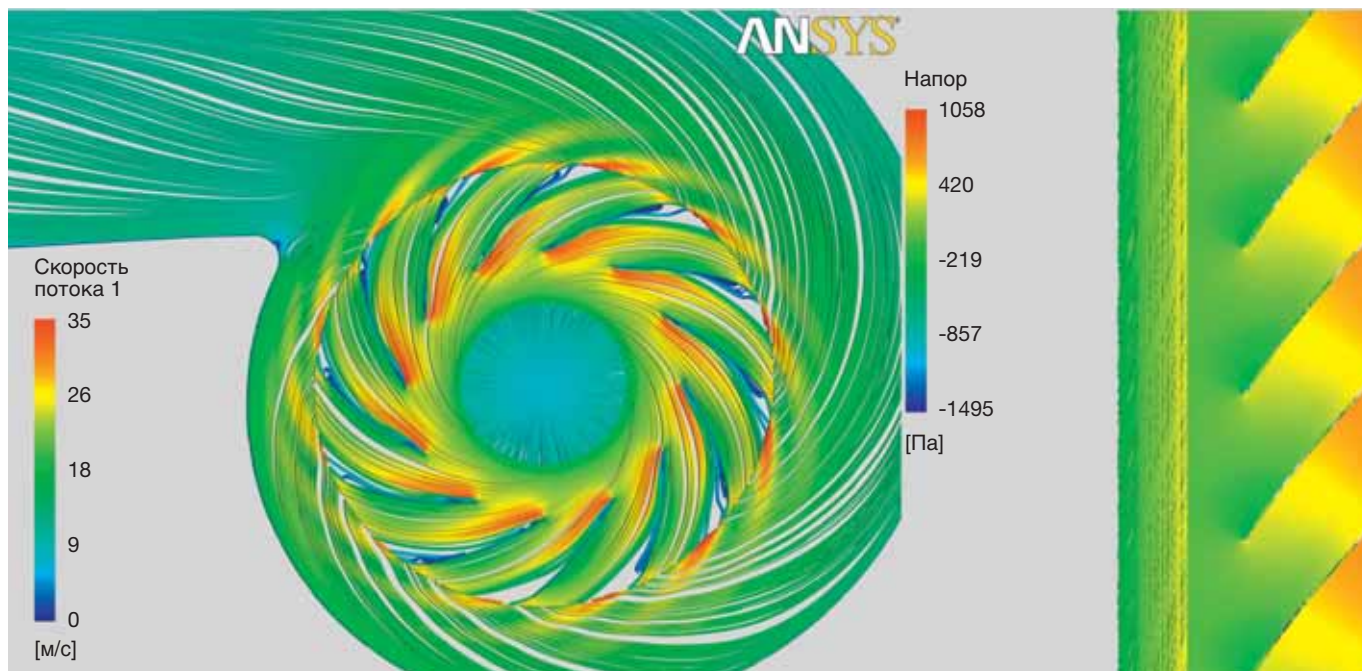
Крыльчатка с износом центрального диска



### **Собственные научные разработки**

Компания Venti Oelde обладает многолетним опытом проектирования и производства центробежных тягодутьевых машин, являясь лидером в сфере технологий их защиты от износа. Она ни на миг не прекращает научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в этой области. Совместно с известным немецким Техническим университетом Venti Oelde осуществила doskonaльные исследования износа промышленных вентиляторов. Опыт многочисленных испытаний в рабочих условиях, частично проводившихся вместе с промышленными производителями оборудования, лег в основу разработки мероприятий по защите от износа.

# Виртуальные прогоны — оптимальное проектирование для новых разработок и модернизации



## Эффективная защита с самого начала

В начале фазы проектирования в первую очередь встает вопрос о перекачиваемой среде. Если она содержит абразивные или агрессивные материалы, рекомендуется обязательно принять меры по защите вентилятора от износа. Это увеличит срок службы вентилятора.

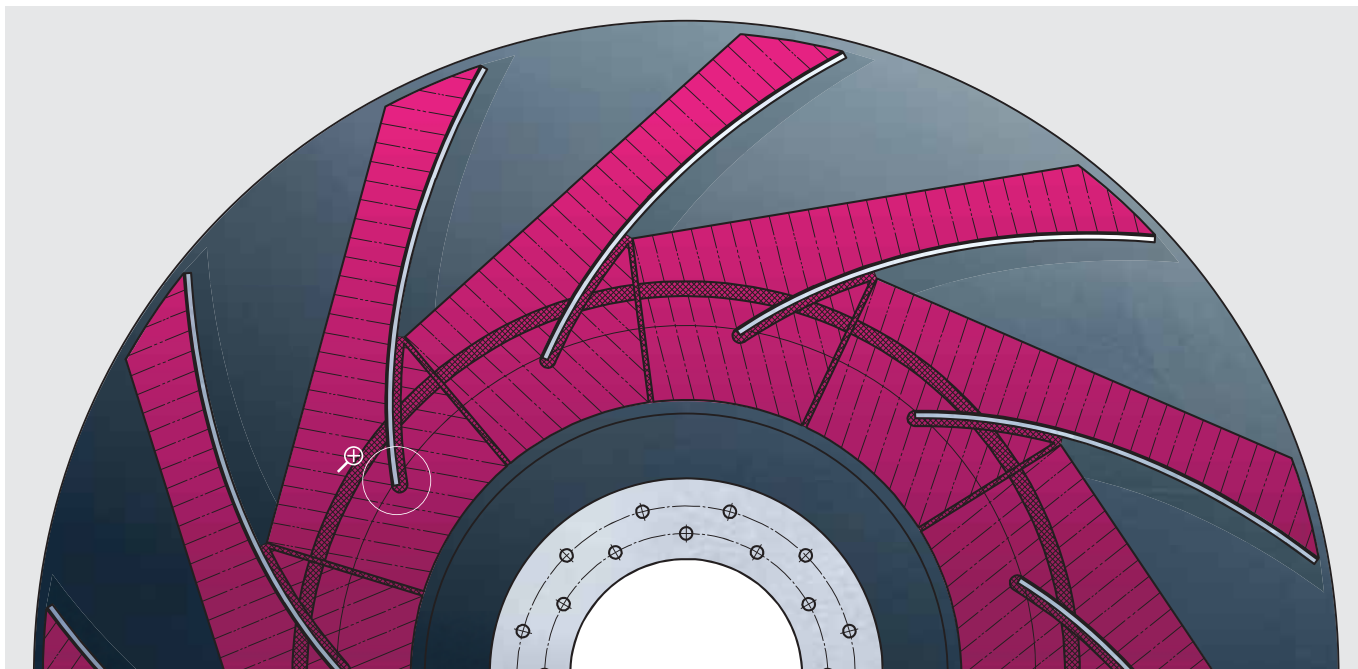
Для определения оптимальной защиты от износа, а также ее размещения и исполнения осуществляется моделирование нагрузки на вентилятор методами

цифровой аэродинамики (англ. CFD — Computational Fluid Dynamics). При учете специфических свойств абразивных материалов можно рассчитать, например, нагрузку на входные кромки лопастей, определить которую механически можно только путем больших затрат или вовсе невозможно. Наши фундаментальные знания аэродинамических процессов в крыльчатке и корпусе позволяют нам создавать износостойкие вентиляторы с высоким КПД.

Моделирование потока вентилятора

Первый осмотр и составление акта повреждений





### Твердая броня — возможность дооснащения

Ведь эта технология используется не только на новых конструкциях. Она — необходимая составная часть при оптимизации или модернизации машин, находящихся в эксплуатации. Так, крыльчатки вентиляторов Venti Oelde демонтируются на месте и отправляются в Oelde. После очистки стальных

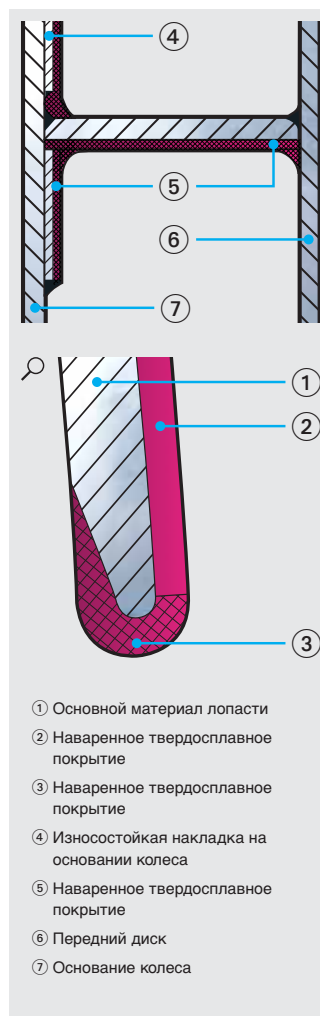
частей следует осмотр, затем выявление технических дефектов ультразвуковыми методами и методом цветной дефектоскопии. При необходимости, параллельно выявлению дефектов подлежащего доработке вентилятора осуществляется моделирование его потока с учетом фактических условий эксплуатации для определения оптимальных

мероприятий по защите от износа.

На основе всех измерений, испытаний и моделирования Venti Oelde предлагает необходимые ремонты и улучшения, например, мероприятия по защите от износа.

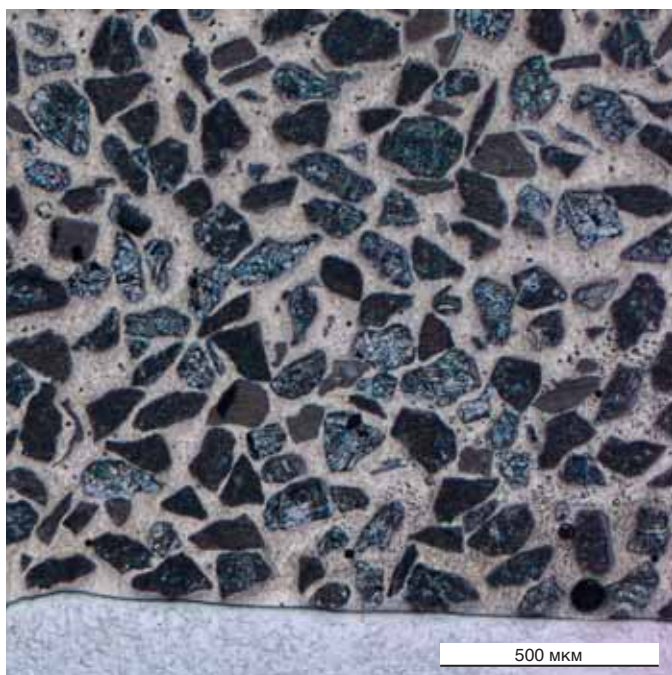
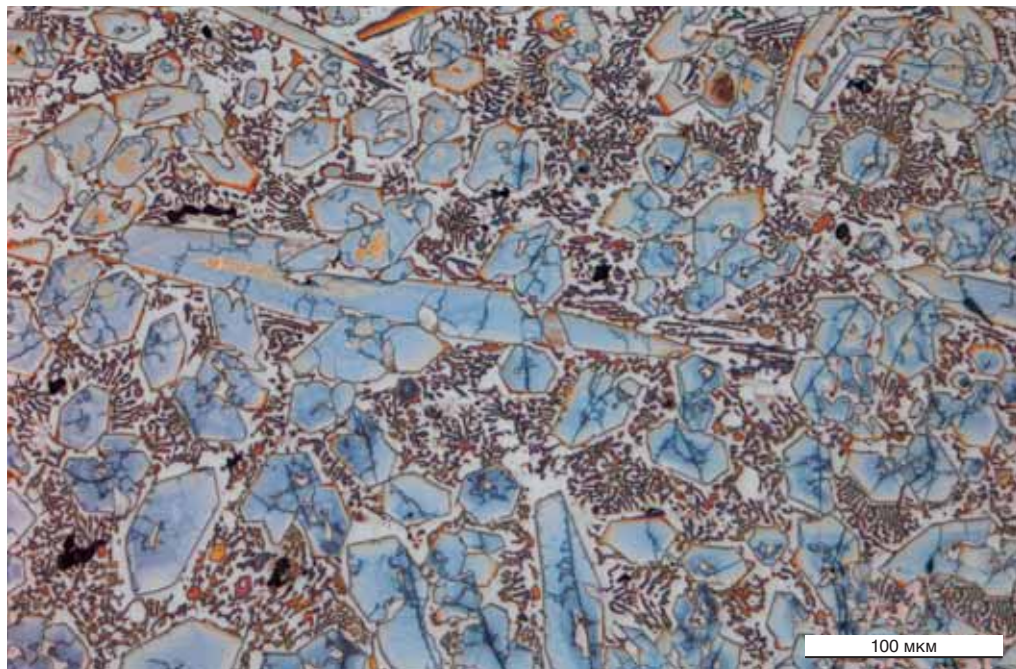
Средние размеры частиц типичных абразивов в промышленных отраслях, использующих вентиляторы

Абразивный материал	Средний размер частиц, мкм
Пыль от сырьевой муки	~ 8
Пыль от окалины	5 – 15
Пыль из производства стали	< 20
Цементная сырьевая мука	8 – 15
Цементная пыль	10 – 20
Пыль из производства ДСП	1 – 35
Пыль от железнорудных окатышей	> 100 – 770
Доменные шлаки	25 – 150
Кварцевый песок	> 1



# Прочный защитный слой — комбинация «интеллектуальных» материалов против частиц агрессивной пыли

Микросрез карбида хрома



Микросрез карбида вольфрама

**Твердые поверхности — не единственное решение**  
Выражение «чем больше, тем лучше» можно отнести к защите от износа только условно. Решающее значение имеет правильный выбор защитных мероприятий.

Использование только твердых покрывающих материалов не обязательно приводит к желаемому результату, тем более, что обработка таких материалов в большинстве случаев значительно дороже и дольше. К этому следует добавить, что материалы, защищающие от износа, например, литой карбид вольфрама, сложно найти на рынке, а цены на них постоянно растут.

Venti Oelde старается выбирать системы защиты от износа, соответствующие технологическому процессу.

Основной критерий выбора — состав абразивной пыли в потоке газа. При этом наряду с количеством и твердостью частиц важно учитывать их гранулометрический состав.

VentiWear	Твердый сплав	Матрица	Рабочая температура	Твердость поверхности RT	Особенности
100	Карбид хрома	Fe	250 °C	59 HRc	
150	Карбид хрома и ниобия	Fe	250 °C	61 HRc	
170	Карбид хрома, бор	Fe	250 °C	62 HRc	
200	Карбид хрома, молибден	Fe	500 °C	62 HRc	Твердость 61 HRc при повышенной температуре 450 °C
210	Карбид хрома, молибден	Fe	350 °C	59 HRc	Твердость 50 HRc при повышенной температуре 350 °C
300	Карбид хрома, борид хрома	Fe	250 °C	57 HRc	Незначительное растрескивание
310	Карбид хрома	Fe	600 °C	68 HRc	Твердость 65 HRc при повышенной температуре 500 °C
500	Литой карбид вольфрама	NiBSi	500 °C	50 HRc	Относительная стойкость к коррозии
600	Карбид хрома	Fe	250 °C	55 HRc	Относительная стойкость к коррозии
800	Литой карбид вольфрама, карбид вольфрама	NiCrBSi	250 °C *	55 HRc	Незначительное растрескивание, относительная стойкость к коррозии
1000	Карбид вольфрама	Co	250 °C**	1350 HV1	Специальное исполнение для горячих газов до 450 °C

\* обусловлено основным материалом, так как агломерирует при 1100 °C

\*\* обусловлено укреплением

Например, при очень тонкой абразивной пыли выбирается система защиты от износа с равномерным распределением карбидов и как можно меньшим расстоянием между ними. Это позволяет избежать слишком сильного вымывания карбидов. Структура защитного слоя часто состоит из твердых карбидов, заделанных в несущую матрицу.

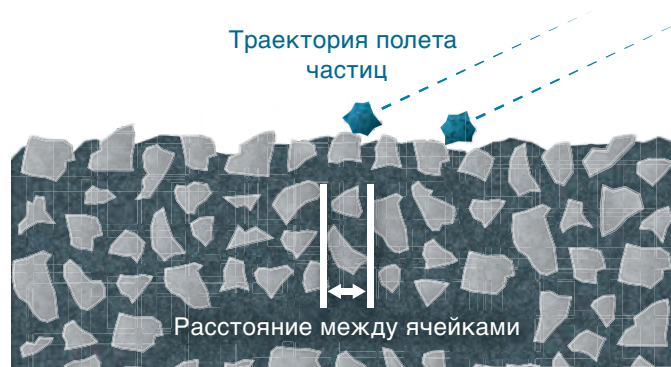
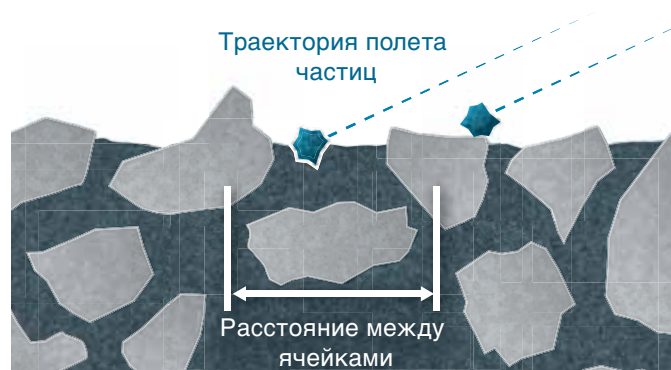
#### Не оставлять слабых мест

Если так называемое расстояние между ячейками, то есть между карбидами, слишком велико, частицы пыли наталкиваются прямо на мягкую матрицу, которая сравнительно быстро изнашивается и больше не может удерживать карбиды. Как следствие: карбиды вымываются и выламываются из матрицы. Преимущества твердых и стойких карбидов

не проявляют себя. Срок службы слоя, защищающего от износа, сравнительно невелик.

Напротив, если расстояние между ячейками меньше диаметра частиц пыли, то последние контактируют преимущественно с твердыми карбидами, а мягкая матрица защищена от них. Стойкость карбидов используется в полной мере. Срок службы покрытия значительно возрастает.

Схематическое представление двух сплавов с грубым и тонким фракционированием твердых материалов



# Знаем где — правильное размещение

## Защита правильных мест

Наряду с выбором подходящего защитного материала большое значение имеет правильная локализация и исполнение защитных мероприятий для центробежной тягодутьевой машины.

Защита от износа позволяет увеличить срок службы, в частности, крыльчатки.

Однако, это и существенный фактор затрат. По этой причине сначала необходимо выяснить, какие места нуждаются в защите от износа, а какие — нет.

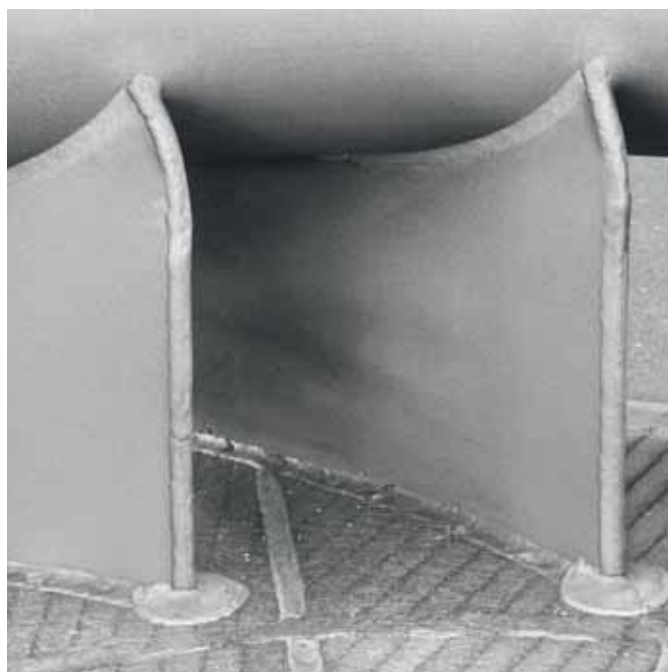
Опытные данные в сочетании с анализом потока позволяют сделать заключение о местах крыльчатки, подверженных повышенному износу. В этих местах можно применить более качественную защиту от износа.

Зачастую это касается лопастей, особенно их входных кромок и оснований.

Кроме того, износу в разной степени подвергаются центральный и боковой диски крыльчатки, приводной вал, резьбовые соединения крыльчатки и вала, корпус, регулирующие заслонки и направляющий аппарат, создающий закрутку потока. Здесь также нужно определить правильные мероприятия по защите от износа.

## Простая идентификация

Проще определить места размещения защиты от износа при доработке уже изношенных крыльчаток, стойкость которых необходимо повысить. У них можно легко идентифицировать сильно изношенные области и оснастить их высококачественной защитой.



Специальная защита от износа на входных кромках лопастей и близлежащих местах крыльчатки





Специальная защита от износа на критически важных местах крыльчатки



Целенаправленная защита от износа на лопастях крыльчатки



Защитное покрытие фланцевого соединения

# Сварное или резьбовое соединение. Зигзаг или прямая линия. Индивидуальное исполнение для каждого технологического процесса.

## Очевидные затраты

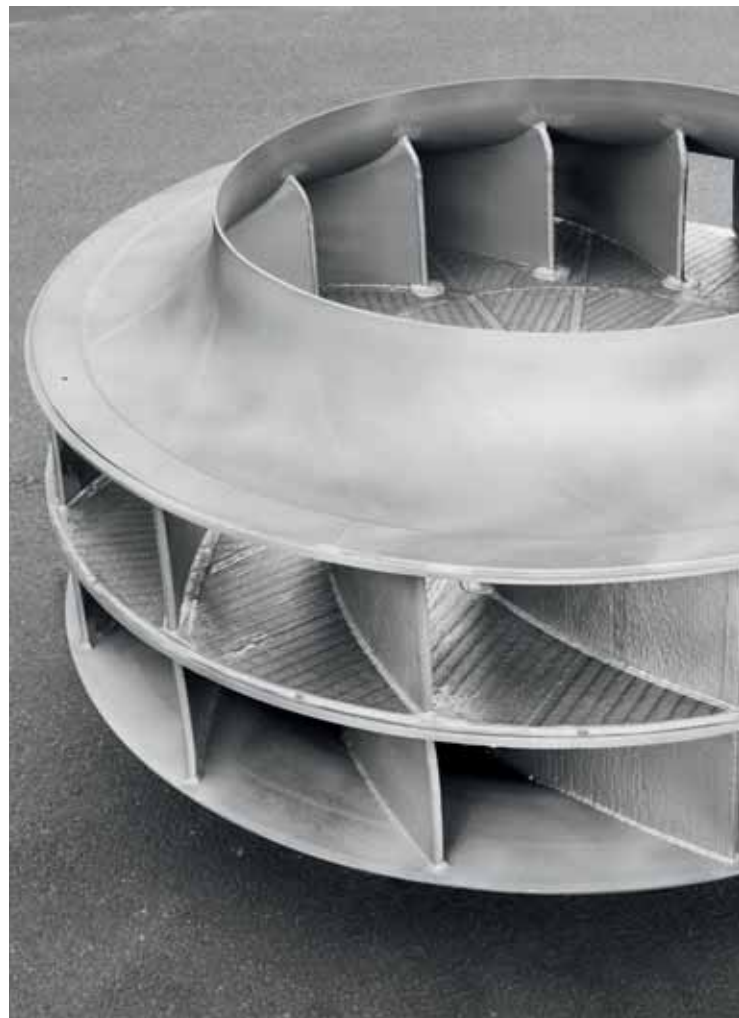
Наряду с выбором подходящего материала и его размещения большое значение имеет правильное исполнение системы защиты от износа. Во-первых, эта система должна точно соответствовать различным параметрам технологического процесса. Например, не каждую систему защиты от износа можно применять при более высоких температурах. Во-вторых, выбор исполнения заметно влияет на затраты.

Прямые комбинации различных систем защиты от износа способствуют уменьшению затрат без снижения стойкости — решение с отличным соотношением цены и результата.

## Правильный характер поверхности

При анализе потока и параметров абразивных частиц, проходящих через вентилятор, в частности, их размеров, оценивается также характер поверхности отдельных защитных материалов. От него зависит, например, геометрия защиты от износа и технология нанесения защитного слоя.

Для того чтобы минимизировать вымывание трещин в защитном слое, которые бывают неизбежны из-за высокой твердости некоторых защитных материалов, при тонкой пыли выбирается расположение наплавленных валиков навстречу направлению потока или зигзагами. Правильный выбор системы защиты от износа в сочетании с правильным методом нанесения защитного слоя позволяет получить поверхность, почти не имеющую трещин.

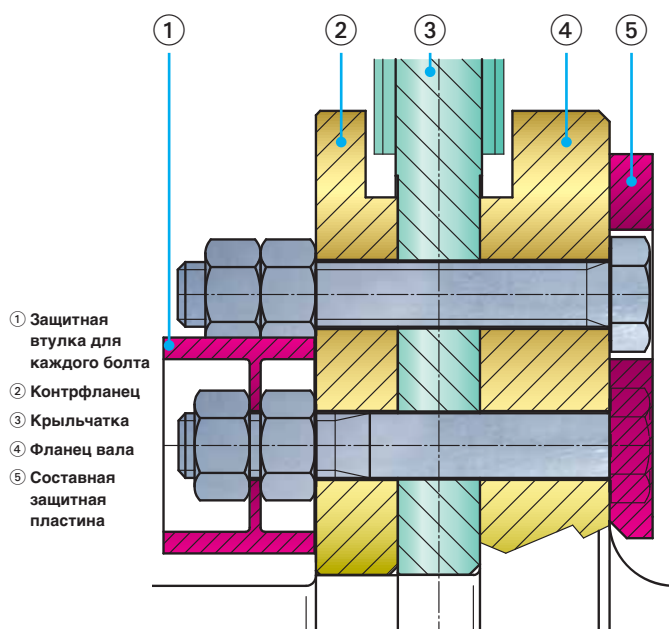


Сварные и болтовые соединения защитных пластин на крыльчатке



Крыльчатка с полностью приваренной защитой от износа

### Резьбовое соединение крыльчатки и вала

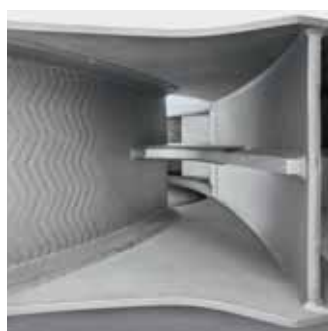


### Приварено и привинчено

Venti Oelde предлагает защиту от износа лопастей с резьбовым или сварным креплением. В варианте со сваркой на лопасти непосредственно наносится защитный слой или привариваются защитные листы. Этот слой можно поддерживать в рабочем состоянии путем ремонтных сварок.

При резьбовом исполнении защитные листы крепятся болтами, вставленными в отверстия на лопастях. Дополнительно они привариваются к центральному и переднему дискам уплотнительным швом. При ремонтах уплотнительный шов стачивается, болты отвинчиваются, и старые защитные листы заменяются новыми.

Защита от износа на лопасти крыльчатки в виде зигзагов



Комбинация различных защитных материалов на лопасти крыльчатки

# Защита от износа в модульном исполнении — модульная, легко заменяемая, недорогая

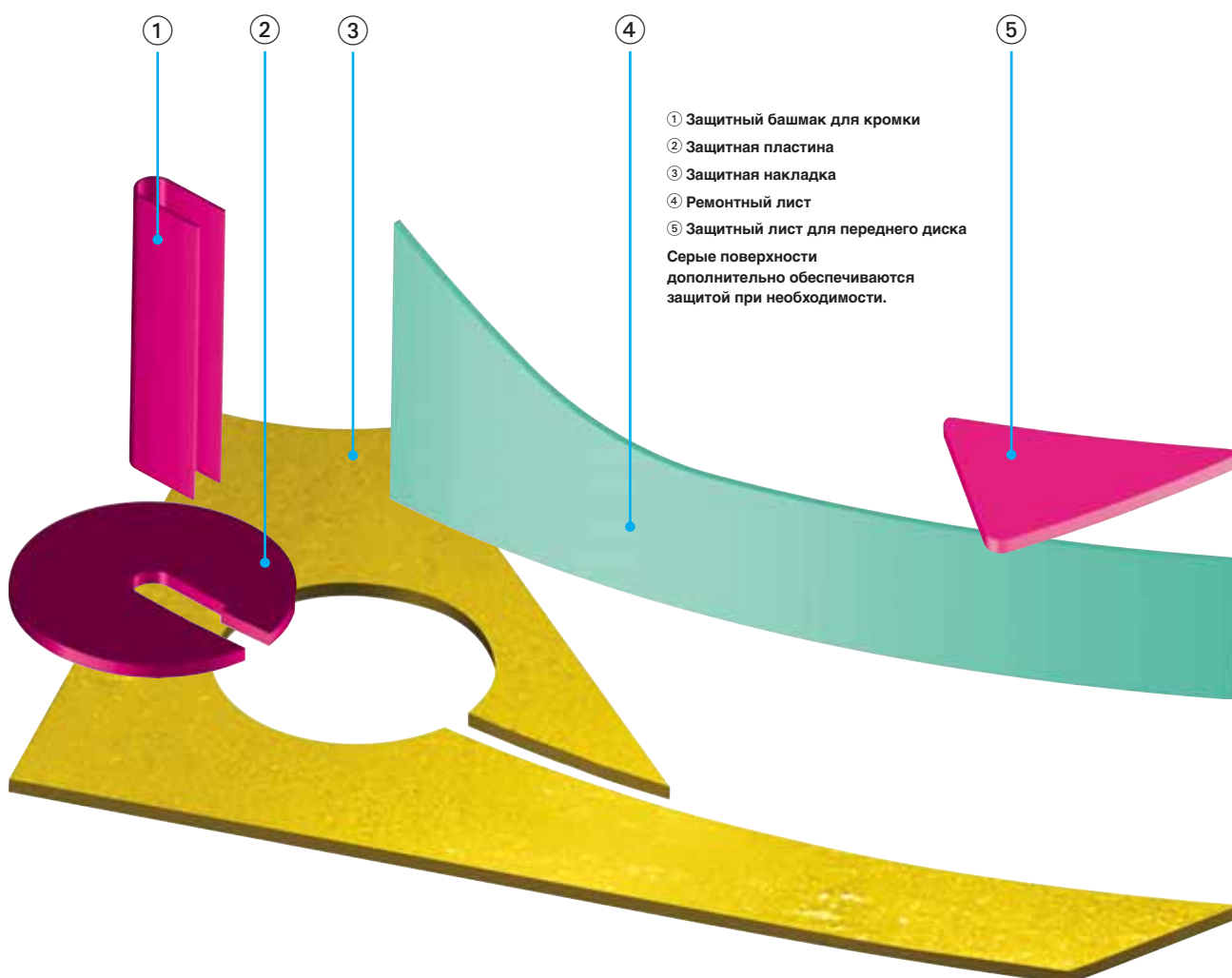
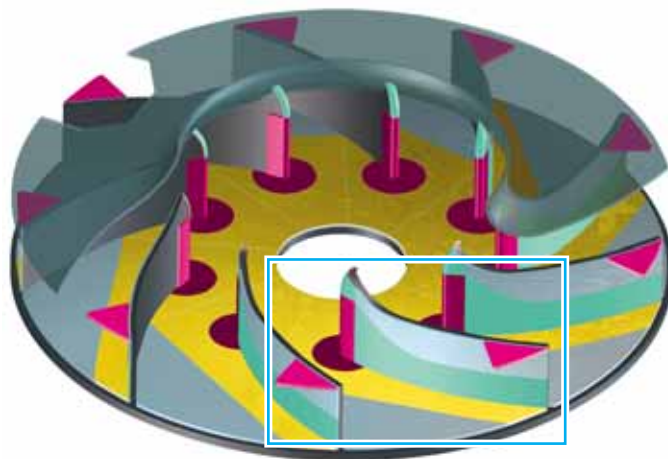
## Модули для комбинирования

Кроме обычной защиты от износа Venti Oelde предлагает модульную систему. Она состоит из модулей шести типов:

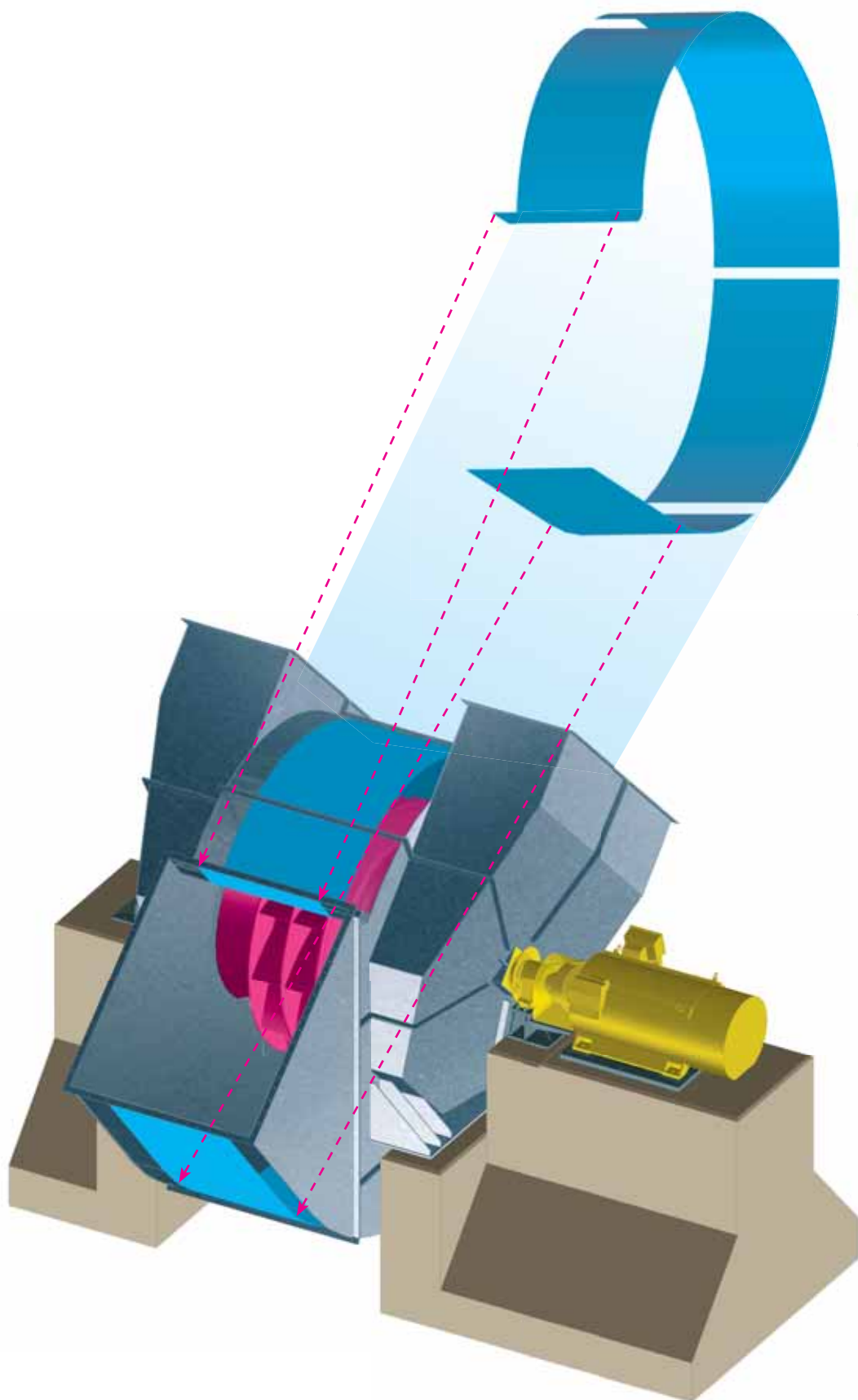
1. Защитные башмаки для входных кромок лопастей
2. Защитные пластины для входных кромок лопастей
3. Защитные наклейки для центрального диска
4. Защитные листы для лопастей
5. Защитные листы для переднего диска
6. Защитные заслонки и пластины для резьбового соединения крыльчатки и вала

Модульный принцип Venti Oelde позволяет использовать для разных мест, в зависимости от их нагрузки, разные по качеству защитные материалы. Зоны, особо подверженные износу, выделены цветом.

## Защита от износа на крыльчатке технологического вентилятора



- ① Защитный башмак для кромки
  - ② Защитная пластина
  - ③ Защитная наклейка
  - ④ Ремонтный лист
  - ⑤ Защитный лист для переднего диска
- Серые поверхности дополнительно обеспечиваются защитой при необходимости.

**Быстрая и простая замена**

Благодаря модульному исполнению защиты изношенные модули заменяются быстро и легко. После стачивания соединительного сварного шва старые модули снимаются, а на крыльчатку привариваются новые модули с соблюдением соответствующих параметров сварки.

Модули из твердого сплава можно также припаявать. Защитными модулями можно быстро и легко оснастить даже изношенную крыльчатку.

Модули быстро и легко заменяются в ходе ремонта. Складское хранение запасных модулей не требует больших затрат и значительного места.

# Регулярное сервисное обслуживание — гарантия бесперебойной эксплуатации и экономии средств

## Ранняя диагностика экономит средства

Даже при наличии самой лучшей защиты от износа после долгой эксплуатации центробежных технологических вентиляторов необходимо регулярно контролировать критические области их роторов. Надежный контроль вибраций, регулярный осмотр крыльчатки, а также отслеживание температуры подшипников — вот подходящие для этого профилактические мероприятия. При необходимости на изношенные места ротора наносится покрытие.

Раннее распознавание износа радиальных вентиляторов и последующие ремонтные мероприятия способствуют значительному снижению затрат.

Venti Oelde выполняет превентивное техобслуживание и поддерживает крыльчатки вентиляторов в рабочем состоянии. Работы по очистке и ремонту мы проводим на площадке заказчика или на нашем предприятии. Также, мы выполняем техническое обслуживание изделий других производителей.



Очистка двухпоточной крыльчатки для анализа повреждений



Выявление трещин (МР)  
на сварном шве после  
выполненного ремонта



Балансировка двухпоточного ротора

- Промышленные вентиляторы
- Установки обеспыливания и очистки технологических газов
- Установки очистки отработанного воздуха
- Системы приточной и вытяжной вентиляции, обогрева и кондиционирования
- Системы предварительной подготовки и переработки отходов
- Оборудование для обработки поверхностей

