

Выбор подходящих экстензометров для испытания любых материалов

При испытаниях материалов и деталей область применения экстензометров (приборов для измерения удлинения) чрезвычайно широка и многообразна. Вследствие этого технические требования к подобным устройствам учитывают разнообразные аспекты, а это значит, что невозможен единый прибор для измерения удлинения, который удовлетворил бы все требования; универсального экстензометра не существует. Широкий диапазон областей применения требует использования приборов различной конструкции, с разными функциями и характеристиками, и для каждого конкретного случая следует выбирать соответствующий экстензометр.

При разрушающих методах контроля материалов свойства образцов влияют на выбор экстензометра. Требования, предъявляемые к экстензометру, определяются прежде всего характеристиками контролируемого материала. К таким характеристикам относятся форма и размеры, технические условия испытаний и действующие стандарты, требования которых должны быть соблюдены. Стандарты, в частности, определяют длину базы и точность измерения, последовательность контрольных операций, условия окружающей среды. Правильный выбор экстензометра не сводится к учету только основных характеристик материала, например таких, как размеры образца, жесткость, прочность и пластичность. Необходимо также решить, будет ли экстензометр непосредственно связан с испытываемым образцом, не оказывая при этом влияния на измеряемую нагрузку и не нанося механических повреждений самому образцу (рис. 1).

Очень тонкие образцы, например образцы фольги, могут быть чувствительны к зажимающему усилию; в то же время образцы очень тонкой проволоки не обеспечивают достаточной площади для визуальных наблюдений при проведении бесконтактных измерений.

Большая жесткость на начальной стадии измерения удлинения, после которой проявляется высокая пластичность материала, традиционно требуют применения не одного, а нескольких экстензометров. Первый измеряет малые деформации (обычно до 5 мм) с высокой точностью в упругом диапазоне, а второй — очень большие удлинения (обычно более 500 мм).

Образцы с очень гладкой поверхностью или изготовленные из прозрачных материалов непригодны для бесконтактных измерений без предварительного нанесения измерительной маркировки на поверхность таких образцов.

Один из важнейших аспектов касается поведения образцов при разрушении. Металлы проскальзывают по

остриям упорных рычагов контактного экстензометра, не повреждая их, а для еще большего уменьшения риска их повреждения (даже в случаях, когда образцы имеют сравнительно шероховатую поверхность) следует применять поворотные острия упорных рычагов.

При значительном удлинении или при испытании гибких образцов также может произойти повреждение или разрушение острых кромок упорных рычагов и даже всего экстензометра из-за захлестывания, расщепления или расслоения образцов (например, стальных канатов). В таких случаях следует применять бесконтактные методы измерения.

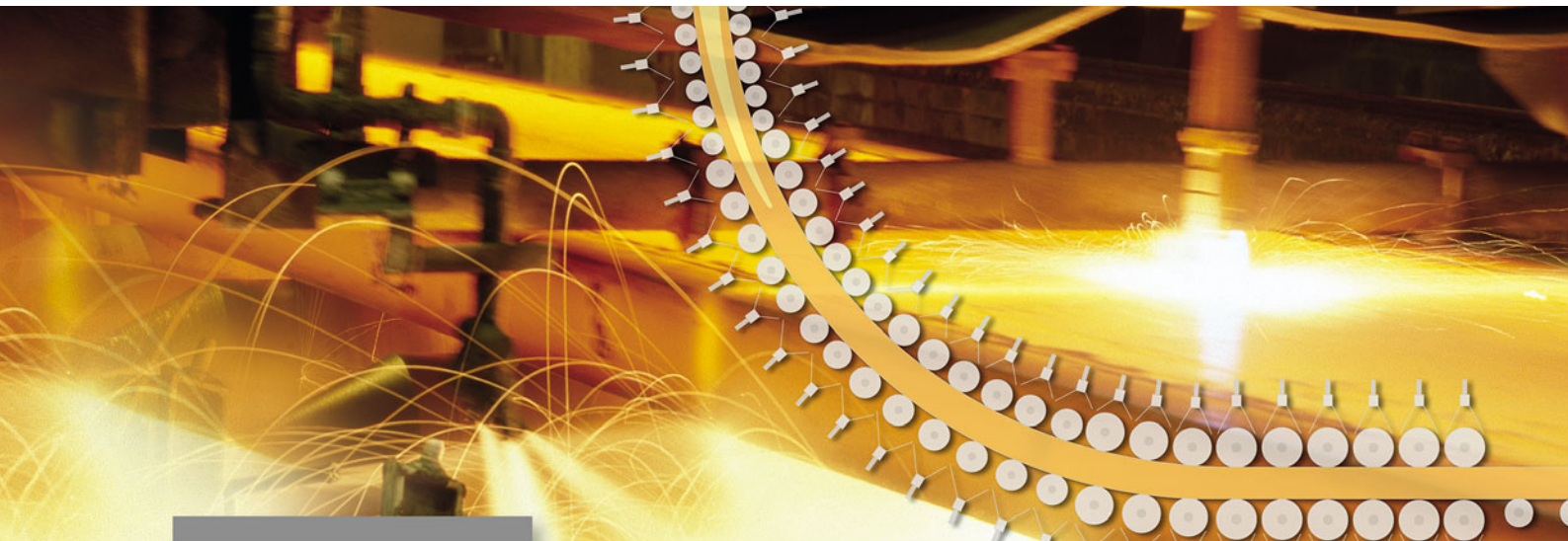
Критерии точности измерений

Перемещение и длина базы измерения. При применении экстензометра контактного типа его перемещение в процессе измерения обычно поддается инженерному расчету и является фиксированной величиной, которая зависит от типа используемого преобразователя, а при шарнирно закрепленных упорах датчика — от соотношения плеч рычага. Исходная длина базы измерения устанавливается вручную с заданным шагом маркировки или автоматически для заданного диапазона.

Бесконтактные экстензометры, использующие видеокамеру, должны иметь зону обзора большую, чем требуемый диапазон измерений плюс исходная длина базы измерения. Так как участки образца, находящиеся за пределами базы измерения, и детали измерительной машины деформируются в направлении действующей нагрузки, то позиции маркировочных рисок на образце изменяются в процессе испытания. Если предполагается, что длина деформируемой части образца и/или базы измерения может выйти за границу зоны обзора, то следует заменить линзы в объективе или увеличить расстояние между образцом и видеокамерой. Эти операции снижают точ-

Манфред Дрипке, фирма **Zwick GmbH & Co. KG**, Ульм, Германия

Контакт: www.zwick.com
E-mail: info@zwickroell.eu

**FAG**

CoCaB
(Continuous Caster Bearing)
Программа подшипников INA/FAG
для МНЛЗ



CoCaB – подходящий подшипник

Несмотря на неблагоприятные рабочие условия, металлургическое и прокатное оборудование должно функционировать эффективно и надежно. В серии CoCaB мы предлагаем Вам программу подшипников, отлично соответствующую требованиям для использования в МНЛЗ. К ней относятся различные роликоподшипники INA-/FAG и игольчатые подшипники, а также специальные подшипниковые корпуса с водяным охлаждением.

Несомненно, «гвоздь программы» CoCaB – новый цилиндрический роликоподшипник FAG – представляет собой идеальное подшипниковое решение:

- высокая радиальная грузоподъемность;
- свободное осевое перемещение;
- компенсация угловых перекосов;
- простой и быстрый монтаж.

Заинтересовались? Свяжитесь с нами!

info.ru@schaeffler.com

www.schaeffler.com

SCHAEFFLER GROUP
INDUSTRIAL

ность измерений; кроме того, после каждого изменения конфигурации измерительной системы, ее необходимо настроить и откалибровать.

Точность измерений. Термин «точность» обычно используется как показатель качества. Чтобы квалифицировать полноту измеренного сигнала, в стандартах используют такие количественные термины, как «разрешающая способность», «отклонение» или «погрешность»; нормативы установлены именно для этих показателей. Требования к точности измерений удлинения обычно задаются инструкциями по проведению конкретных испытаний или международными стандартами. Многие стандарты, например на испытания на растяжение металлов [1] и пластмасс [2], оговаривают калибрование измерительных систем экстензометров и их требуемые классы точности [3, 4].

Эргономика и экономика. Устройства, которые могут быть легко установлены и на которых контрольные операции выполняются автоматически, позволяют сократить численность персонала, затраты времени и трудовые затраты и в то же время повысить качество испытаний и точность их результатов, так как влияние субъективных факторов при этом сводится к минимуму. Более высокие начальные затраты быстро окупаются, особенно в случаях, когда экстензометр может быть использован для широкого диапазона измерений. При использовании видеоэкстензометра следует также учитывать потери времени и затраты на маркировку образцов, а также возможные ошибки персонала при маркировке образцов.

Экстензометры контактного типа

Навесные экстензометры или экстензометры с контактными рычагами находятся в непосредственном механическом контакте с образцом через острия упорных рычагов, которые располагаются перпендикулярно к базе измерения. Чрезвычайно малое контактное усилие на остриях упорных рычагов может привести к микровнедрению их кромок в поверхность образца, что ведет к совме-

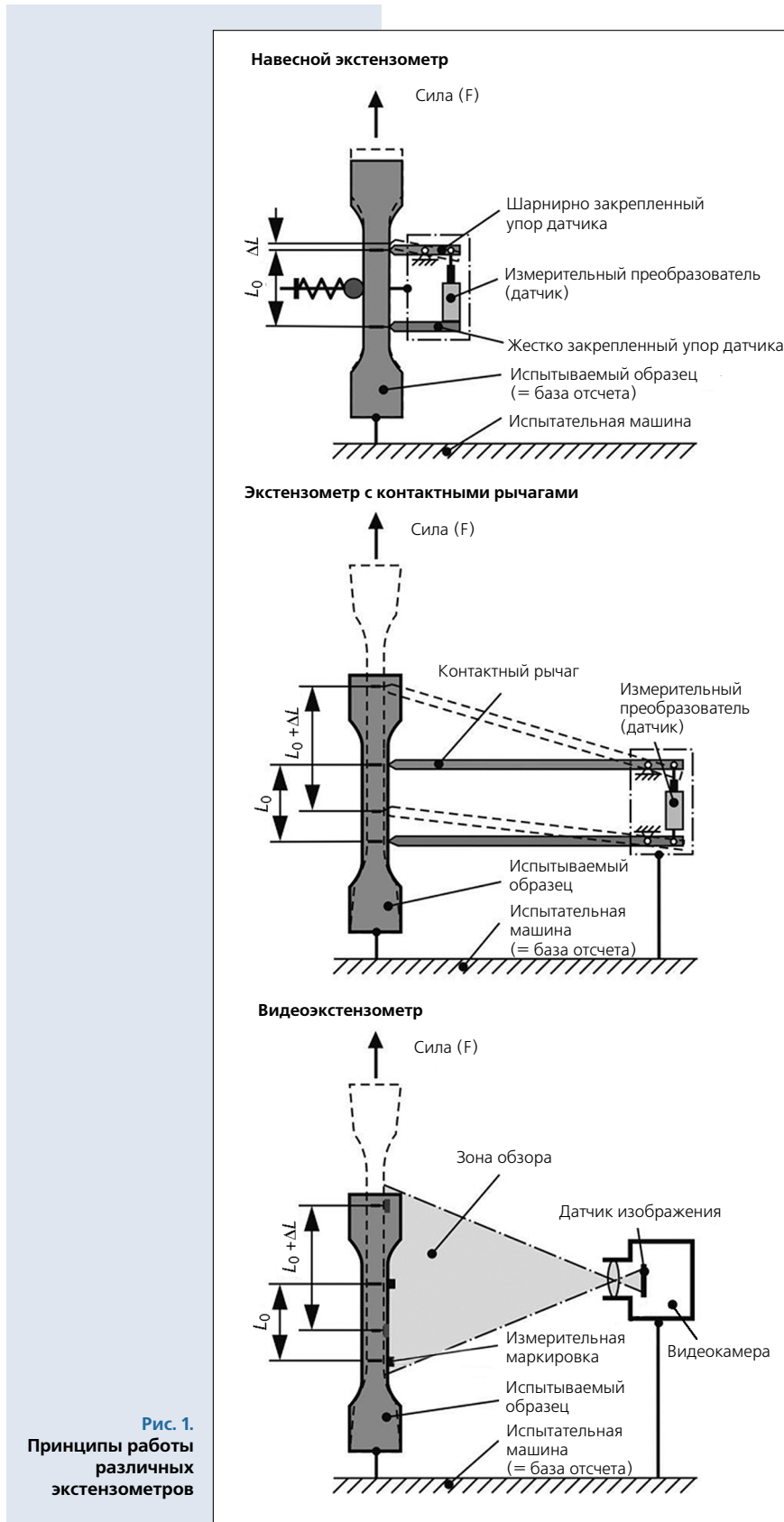


Рис. 1. Принципы работы различных экстензометров

нию контактирующих поверхностей и прецизионной установке точки контакта. Этот важный фактор позволяет добиться высокой точности измерений и узкой полосы разброса результатов измерений. Вследствие прямого

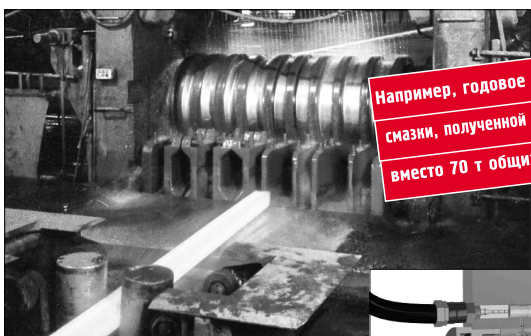
контакта с образцом экстензометр с контактными рычагами может быть поврежден или даже разрушен в результате захлестывания в точке разрушения образцов с высокой упругостью или большим удлинением.

**ANDRITZ
MAERZ**

опыт в металлургии

Печные системы
для металлургической и медной
промышленности
www.andritz-maerz.com
welcome-maerz@andritz.com
Andritz MAERZ GmbH 40215 Dusseldorf tel.: +49 (0) 211 38425-0
Андритц МЭРЦ ГмбХ 40215 Дюссельдорф тел.: +49 (0) 211 38425-0

Остановите беспорядочную смазку

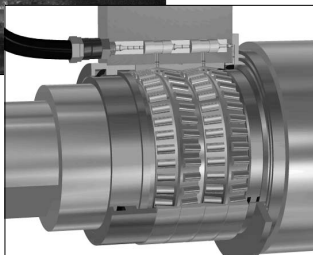


Например, годовое потребление 2 т
смазки, полученной после рециклинга
вместо 70 т общих потерь смазки

с помощью технологии REBS TURBOLUB

Вы сэкономите миллионы за счет:

- TURBOLUB не подвержен износу, так как не имеет движущихся частей
- Герметизация антифрикционных подшипников положительным воздушным давлением повышает их срок службы
- Существенное снижение расхода и удаления смазки
- Уменьшение стоимости технического обслуживания и сокращение простоев
- Значительное снижение температуры подшипников
- Уменьшение науглероживания при высоких температурах


**TURBOLUB для смазки
масляно-воздушным способом**

REBS

Централизованные Системы Смазки

Для подробной информации:
REBS Zentralschmiertechnik GmbH
 P.O.B. 104364 D 40854 Ratingen, Germany
 Phone (49)2102/93060 Fax (49)2102/930640
 Internet:www.rebs.de
 e-mail: info@rebs.de

KÜTTNER

Технология

для производства
конкурентоспособного и
высококачественного чугуна и стали



Производство чугуна

- ▶ Складские и погрузочно-разгрузочные работы
- ▶ Размол и сушка угля
- ▶ Вдувание пылеугольного топлива
- ▶ Рекуперация тепла
- ▶ Системы обеспыливания литейного двора собственной конструкции



Производство стали

- ▶ Десульфуризация горячего металла
- ▶ Комбинированная донная продувка конвертера ТВМ
- ▶ Модель системы донной продувки конвертера OTСMB
- ▶ Дозировка легирующих добавок
- ▶ Кондиционирование шлаков
- ▶ Горячее брикетирование конвертерной пыли



Утилизация следующих отходов при работе с печью OXUCUP®

- ▶ мелкой фракции окиси железа
- ▶ шлама
- ▶ настывшей и отходов металла
- ▶ лома



Технологии по охране окружающей среды

- ▶ Высокотемпературные технологии
- ▶ Технологии нагрева
- ▶ Технологии по утилизации коллоидных газов
- ▶ Очистка отходящих газов на агломерационной установке
- ▶ Автоматизация производственных процессов

Küttner GmbH & Co. KG, Essen
 ☎ +49 (0)201 7293 0

www.kuettner.de
info@kuettner.de

Навесные экстензометры. Как следует из названия, такие экстензометры устанавливаются непосредственно на образце. Механические элементы, передающие внутреннему преобразователю удлинение образца, воспринимаемое острой кромкой упора датчика, имеют небольшую длину и высокую жесткость. Относительное перемещение образца и экстензометра в таких случаях практически отсутствует, поэтому точность измерений чрезвычайно высока.

Область применения навесных экстензометров ограничена величиной удлинений, не превышающей несколько миллиметров; они применяются только в тех случаях, когда уси-

лие приложено непосредственно к образцу. Некоторые экстензометры снабжены противовесом и двухсторонними измерительными системами, используемыми для компенсации действующих изгибающих напряжений. Установка в рабочее положение и снятие таких экстензометров производится вручную; однако для минимизации погрешности при установке в некоторых случаях применяют механизированные устройства для установки и снятия экстензометров (рис. 2).

Экстензометры с контактными рычагами. Такие экстензометры обладают рядом важных преимуществ, как, например, автоматическая рабо-

та и широкий диапазон измерений с высокой точностью. Они пригодны для большого числа разнообразных применений. Прецизионная конструкция с хорошо сбалансированной, плавно действующей механической системой позволяет прикладывать минимальные нагрузки к образцам (размеры которых могут не превышать расстояния между рисками измерительной маркировки, наносимыми при измерениях бесконтактными экстензометрами). Так как рычаги контактируют с обеими сторонами образца, то возникающие изгибающие напряжения почти полностью компенсируются.

Видеоэкстензометры и лазерные сканирующие экстензометры

Основное преимущество видеоэкстензометров и лазерных сканирующих экстензометров заключается в том, что их можно применять без повреждений, вплоть до разрушения образца, даже при испытании образцов, склонных к захлестыванию. Такие экстензометры требуют нанесения на образцы измерительной маркировки (рисок), наблюдаемых с помощью оптической системы.

Измерительная маркировка может закрепляться на поверхности образца механическим способом, наклеиваться, или же риски наносят цветным маркером. В любом случае это открывает возможности для дополнительных погрешностей, так как маркировка может стать неразличимой, сдвинуться или отвалиться от поверхности образца при его деформации под нагрузкой. Нанесение измерительной маркировки — дополнительная технологическая операция, которую должен выполнять оператор, т. е. кроме возможного снижения точности измерений, выполнение этой операции связано с дополнительными расходами.

Расположение измерительной маркировки на образце определяется с помощью специальных алгоритмов программного обеспечения, рассчитывающих требуемую площадь относительно оптического центра системы. Так определяется длина базы измерения, и по мере нагружения образца смещение рисок маркировки



Рис. 2. Сочетание полностью автоматизированного экстензометра с контактными рычагами и сдвоенного экстензометра, усредняющего осевые и поперечные напряжения

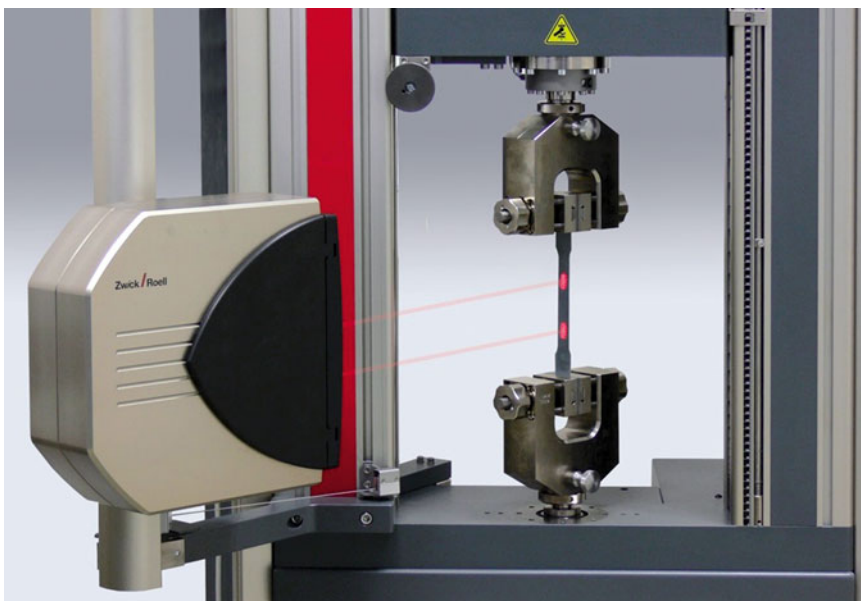


Рис. 3. Бесконтактный экстензометр, работающий без маркировки образца

преобразуется в величину удлинения. Специальные источники освещения и фоновая подсветка образцов оптимизирует контрастность при наблюдении измерительной маркировки. В процессе деформации образца освещенность измерительной маркировки, образца и окружающей среды может изменяться, и внешние воздействия (например, отражения и т. п.) могут влиять на положение оптического центра системы. Это довольно часто приводит к разбросу результатов измерений.

Лазерные интерферометрические экстензометры

Новейшие экстензометры фирмы Zwick (laserXtens) представляют собой бесконтактные устройства, не требующие нанесения на образец измерительной маркировки. Они используют специфическую микроструктуру поверхности образца (подобно отпечаткам пальцев) в роли виртуальной измерительной маркировки. Лазерный луч, направленный на эти участки образца, отражается в различных направлениях в соответствии со структурой поверхности и создает

специфический спектр отражения. Перемещение выбранных точек измерения постоянно отслеживаются и преобразуются непосредственно в величины удлинения. Изменение структуры поверхности, определяющей спектр отражения, постоянно оценивается в процессе деформации образца (рис. 3).

Выводы

Экстензометры контактного типа измеряют удлинение с высокой точностью и очень эффективно с точки зрения затрат. При этом навесные экстензометры требуют значительно большего участия операторов в измерениях и без принятия специальных мер могут привести к разбросу результатов измерений. Экстензометры с контактными рычагами обеспечивают довольно высокую точность измерения, отличную воспроизводимость результатов и характеризуются простотой в использовании благодаря полной автоматизации их работы, включая установку различной длины базы измерений.

Бесконтактные экстензометры необходимы в тех случаях, когда образцы чувствительны к воздействию ост-

рых кромок упора датчика или экстензометр может быть поврежден при разрушении образца. Такие экстензометры являются сравнительно дорогими и требуют затрат времени на установку и калибрование, особенно при испытаниях образцов различных типов.

Подводя итоги, следует ответить, что нет такого прибора, который можно было бы назвать универсальным экстензометром. Разнообразные варианты применения требуют разных устройств с различными функциями и характеристиками, и для каждого конкретного применения необходимо выбирать соответствующий экстензометр. ■

Библиографический список

- [1] DIN EN 10002 Metallic Materials – Tensile tests
- [2] DIN EN ISO 527 Thermo-plastics and duro-plastics – Determination of Tensile Characteristics
- [3] DIN EN ISO 9513 Calibration of extension measurement systems for testing with single axis loading
- [4] ASTM E 83-02 standard Practice for Verification and Classification of Extensometer System



Прессы DRI горячего брикетирования

Maschinenfabrik
Köppern GmbH & Co. KG

Königsteiner Strasse 2
45529 Hattingen

fon: +49-2324-207-0
fax: +49-2324-207-207
mail: info@koeppern.de

Все равно: или DRI (железо прямого восстановления, горячее или холодное), металлургические отходы, никелевая мелочь, медный концентрат, или обожженная известь и т. п.



Пресс для брикетирования металлургических отходов

Мы – Ваш партнер для брикетирования в металлургии



Полосчатые сегменты для брикетирования тонкодисперсной мелочи в металлургии

Кöppern
www.koeppern.com