

# Обработка стальной дробью



## **Содержание углерода в стали оказывает влияние на качество дробы.**

Дробеструйная и дробеметная обработка дробью является обычной процедурой в обработке поверхности с широкой областью применения, она используется, в частности, в литейных цехах для ремонта или для удаления окалины и ржавчины. Дробь также используется для увеличения твердости поверхности "упрочнение дробью", при которой кинетическая энергия дробы сжимает точку поверхности, которую обработали и, следовательно, увеличивает ее твердость.

## **Критерии качества для дробы**

Решающими критериями качества дробы являются износостойкость (которая определяется путем испытания на прочность) и интенсивность, т.е. влияние дробы на обрабатываемую поверхность. Абразив тем экономичнее, чем дольше он обрабатывает поверхность с максимальной эффективностью до полного своего разрушения.

## **Износостойкость. Ervin-тест.**

Износостойкость различных видов дробы может быть видна при измерении долговечности в Эрвин-тесте. Эрвин –тестер - это машина, которая имитирует процесс обработки дробью, который происходит в производстве, и оснащена счетчиком (воротами) для подсчета циклов. Используется в лаборатории. Износостойкость разных видов стальной литой дробы колеблется между 2500 и 5000 циклами. Результат измерения в значительной степени зависит от выбранной фракции дробы и ситового анализа выбранного размера дробы. В ситовом анализе, путем разделения дробы на размеры, мы имеем в виду ширину сита и количество слишком мелких дробин в рассматриваемой фракции, которые размеру сита не соответствуют. Существующие стандарты позволяют некоторую свободу в выборе номиналов сита, что затрудняет пользователю сравнивать различных поставщиков.

## **Интенсивность. Almen-тест.**

Интенсивность обработки, т.е. эффект от обработки дробью участка обработанной поверхности, определяется в соответствии с критерием процедуры измерения Almen - названа в честь ее изобретателя. Тест основан на применении стандартизированной измерительной пластины, изготовленной из листовой стали.

Эта измерительная пластина Альмена помещается в зажимы, а затем помещается в Эрвин-машину, где обрабатывается дробью с использованием счетчика циклов. После обработки дробью, измерительная пластина Альмена извлекается, и производятся замеры изгиба. Отклонение, вызванное обработкой, используется в качестве стандарта для расчета интенсивности обработки.

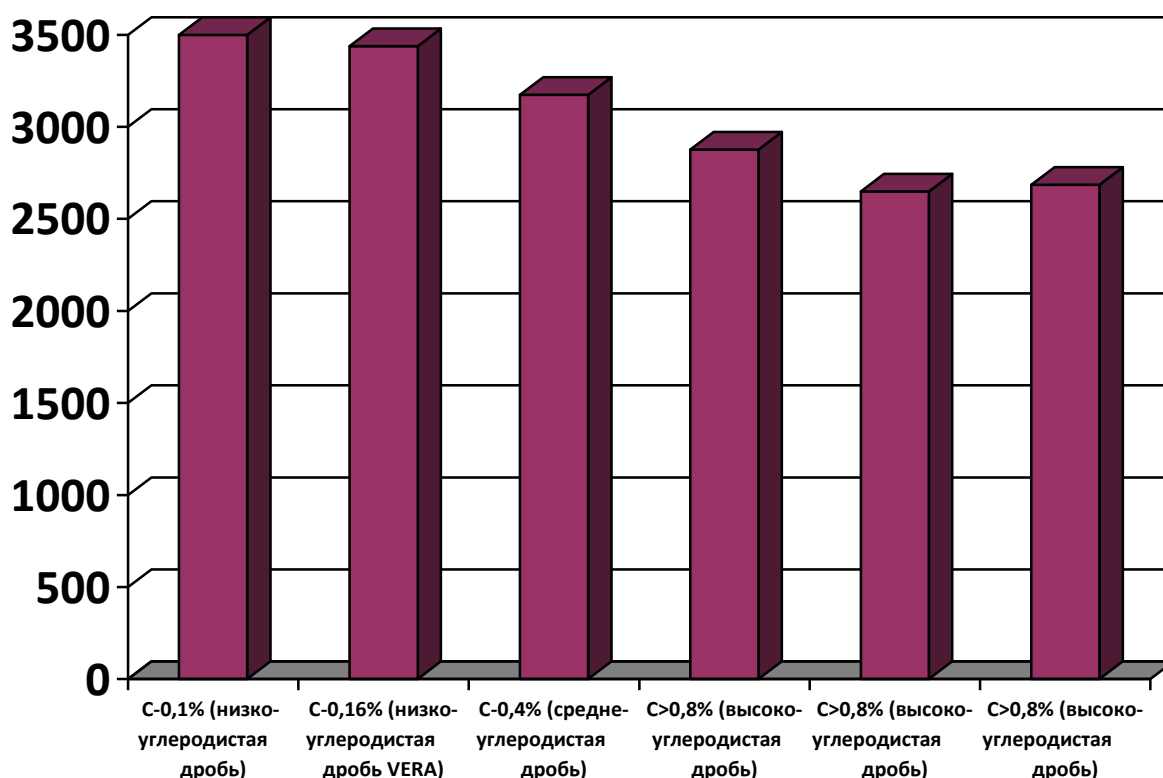
Таким образом могут быть проверены новая дробь, а также «рабочая смесь» дробы. Так как интенсивность абразивной обработки часто меняется с возрастанием количества циклов

обработки, интенсивность Almen-теста дана в отношении к числу циклов обработки, пройденных в Эрвин-тест машине.

### Сравнение различных видов дроби

Износостойкость дроби, а также интенсивность значительно зависит от характеристики твердости стальной литой дроби. В свою очередь, твердость дроби зависит от ее химического анализа (значителен фактор содержания С-углерода) и термообработки, которую возможно дробь прошла при производстве. На рынке можно найти дробь с высоким содержанием углерода (НС), низкоуглеродистую дробь (LC) и реже дробь со средним содержанием углерода (МС). Данные типы дроби имеют отличия в процессе их производства, а также обладают различными преимуществами и недостатками. Содержание углерода в высокоуглеродистой дроби составляет 0,8% - 1,2% , а содержание углерода в низкоуглеродистой дроби - от 0,1% до 0,2 %. Другие факторы, определяющиеся в железе, такие как кремний или марганец, имеют меньше влияние на твердость стали. Благодаря указанным различиям в их химических составах , можно наблюдать качественные различия в выносливости и интенсивности. Сравнение на **рисунке 1** наглядно показывает характер разрушения высокоуглеродистого и низкоуглеродистого абразивов. Из-за очень высокой скорости охлаждения во время производства, высокоуглеродистая дробь имеет неоднородный состав, состоящий из мартенсита и остаточного аустенита. Эти структуры имеют различные окружности (пористость), которая ведет к усадке, после чего появляются небольшие трещины, которые невозможно полностью удалить с последующей термической обработкой. Из-за высокой тенденции образования трещин в структуре, высокоуглеродистая дробь не может конкурировать по износостойкости с низкоуглеродистой дробью.

Таким образом, в рамках сопоставимых условий, можно достичь оптимального результата при правильном выборе стальной дроби. На **рисунках 2 и 3** в качестве примера приводится сравнение износостойкости и интенсивности образцов разных типов дроби.



**Рисунок 2. Износостойкость (количество циклов)**

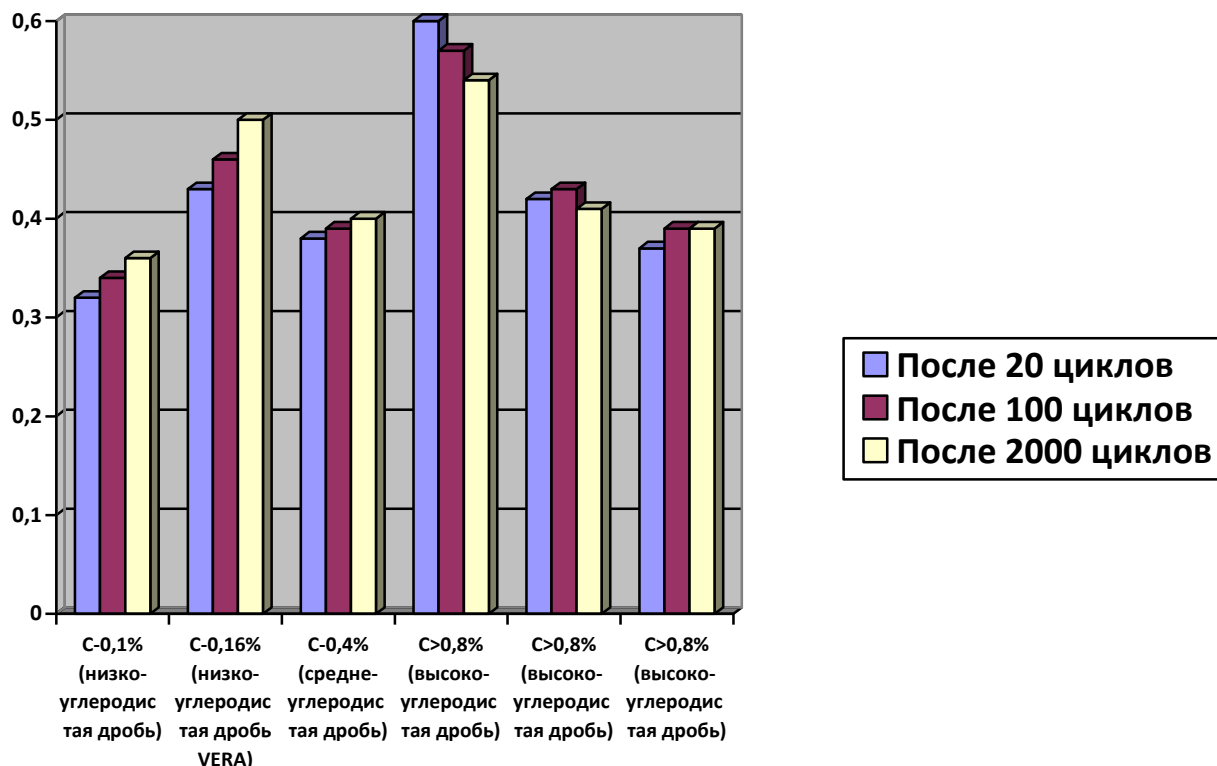
Сравнение износостойкости дроби от разных поставщиков; содержание углерода (С) указано в % (дробь фракции от 1,00 до 1,60 мм или дробь размеров, сопоставимых с данными; сепарация указанной фракции дроби – 0,3мм)

Значения износостойкости были определены при сопоставимых условиях с использованием образцов новой стальной литой дроби (1,0 до 1,6 мм), которая обычно применяется в литейном производстве.

Сравнение износостойкости на **рисунке 2** показывает, что износ (расход) стальной литой дроби увеличивается с увеличением содержания углерода в химическом составе дроби. При этом

образцы низкоуглеродистой дробы указанного размера проходят около 3500 циклов до истирания, тогда как образцы высокоуглеродистой дробы показывают значения ниже 2900 циклов.

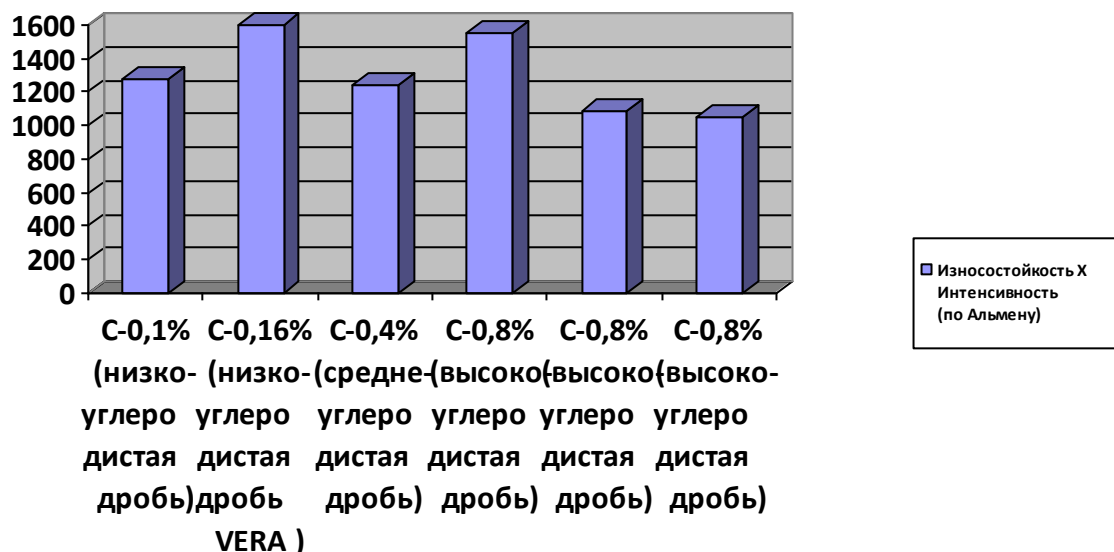
Таким образом, низкоуглеродистая дробь имеет преимущество в износостойкости > 20%, что играет важную роль в экономии затрат.



**Рисунок 3, Интенсивность (обработки) по Альмену, в мм**

**Характеристики интенсивности обработки (по Альмену) дробы от разных поставщиков**

На рисунке 3 приведены характерные прогрессии интенсивности образцов дробы высокоуглеродистой и образцов дробы с низким содержанием углерода. Образцы низкоуглеродистой дробы в течение первых 500 циклов проходят процесс холодного упрочнения, тем самым увеличивая свои показатели интенсивности. Значение Almen высокоуглеродистой дробы, наоборот, уменьшается в течение первых 500 циклов.



**Рисунок 4, Износостойкость X Интенсивность (по Альмену)**

**Сравнение дробы от разных поставщиков**

**Оценка результатов измерений.** Показания износостойкости и интенсивности противоречат друг другу. Чем больше содержание углерода в дробе, тем лучше показатели интенсивности, но износостойкость, однако, значительно снижается.

**Оптимальное решение заключается в нахождении компромисса между продолжительной износостойкостью и высокой интенсивностью.**

На **рисунке 4** - показатели производительности дробы, учитывающие и износостойкость и интенсивность (приведен расчет показателей интенсивности Almen-теста после 2000 циклов). Низкоуглеродистая стальная литая дробь VERA с содержанием углерода около 0,16% показывает лучшую производительность после учета всех показателей.

Низкоуглеродистая стальная литая дробь с содержанием углерода - 0,1% оптимизирована на износостойкость, но в сравнении с другими образцами показала самую низкую интенсивность обработки. Высокоуглеродистая стальная литая дробь показала высокие результаты интенсивности, но по износостойкости данный вид стальной дробы отстает от «конкурентов».

Стальная литая дробь со средним содержанием углерода, рассматривается как компромисс между высокоуглеродистой и низкоуглеродистой дробью. Однако, как показали результаты измерений, это наихудший выбор, потому что ни по износостойкости, ни по интенсивности обработки, данный тип дробы имеет неудовлетворительные результаты.

Сравнение показало, что продолжительная износостойкость при одновременно хороших значениях интенсивности достигнута в низкоуглеродистой дробе с содержанием углерода около 0,16%, при твердости новой дробы от 420 до 480 HV1.

Преимущество низкоуглеродистой стальной литой дробы VERA - в упрочнении отдельных дробин в смеси во время обработки поверхности, в результате показатели интенсивности стальной дробы VERA приближаются к показателям интенсивности высокоуглеродистой дробы. Благодаря процессу производства дробы из стали с низким содержанием углерода (C – 0,16%) получается бейнитная структура, которая не меняется, несмотря на упрочнение (закалку) стали.

На практике это означает, что стальная литая дробь VERA является оптимальным выбором, это видно из примера, приведенного ниже:

Если для дробеструйной обработки необходимо получить показатели Almen интенсивности около 0,36 мм (**табл.1, колонка 1**), то с низкоуглеродистой дробью с содержанием углерода C = 0,10% необходимая интенсивность обработки будет достигнута при применении дробы с зерном категории от 1,0 до 1,6 мм, а с низкоуглеродистой дробью с содержанием углерода C= 0,16% для получения данных показателей подойдет дробь с зерном категории от 0,80 до 1,25 мм (**колонка 3**).

**Таблица 1, Оптимизация выбора стальной литой дробы, при выборе более мелких фракций дробы (значения Износостойкости X Интенсивности (Алмен-Теста))**

	Низкоуглеродистая дробь C=0,1 фракция 1,00-1,60 мм	Низкоуглеродистая дробь VERA C=0,16 фракция 1,00-1,60 мм	Низкоуглеродистая дробь VERA C=0,16 фракция 0,80-1,25 мм
Износостойкость (количество циклов)	3547	3438	3998
Интенсивность обработки (по Альмену) после 2000 циклов( в мм)	<b>0,36</b>	<b>0,50</b>	<b>0,36</b>
Износостойкость X Интенсивность (по Альмену)	1277	1719	1439

С уменьшением размера дробы износостойкость абразива увеличивается на 500 циклов, в результате чего мы видим, что с одинаковыми показателями интенсивности обработки (0,36 мм), показатели производительности стальной литой низкоуглеродистой дробы VERA выше чем у дробы с содержанием углерода 0,10% (1439 против 1277)

**В общем, может быть применен старый принцип: размер дробы выбирается исходя из требований к шероховатости поверхности, но применяется наименьшая из подходящих фракций.**

**Чем мельче фракция дробы, тем лучше уровень покрытия обрабатываемой поверхности, потому что меньший размер сита приводит к удвоению количества дробинки на 1 кг абразива для дробеструйной обработки. Все эти показатели дают большой потенциал для решения многих задач, для улучшения результатов и эффективности обработки, а также дают возможность достижения значительного совершенствования процесса при относительно низкой стоимости.**

Дипл. (FH) Timo Winkler,  
Würth Iron Works GmbH - Würth Strahlmittel, Bad Friedrichshall

Официальный представитель Eisenwerk Würth GmbH  
В России и СНГ – ООО «НТК»

Телефон +7 (495) 785-61-53  
Сотовый +7 (925) 224-51-74  
E-mail office@ntc-group.net