

# ДРОБЕМЕТНАЯ ОБРАБОТКА В ДЕТАЛЯХ

**МИХАИЛ СТАРОДУБЦЕВ**

Представитель по СФО, технический специалист  
компании Pantatec GmbH, ООО «ЦСТ-Сервис»

**А**бразивоструйная обработка стальной дробью является одним из основных процессов в металлообработке и решает целый спектр задач. Это очистка поверхности от механических загрязнений (окалина, ржавчина, пригар, грат), придание шероховатости, упрочнение, определение



**Рисунок 1.** Работа сепаратора с правильным распределением потока дроби

скрытых дефектов, подготовка к нанесению покрытий. Для достижения максимальной эффективности при выполнении абразивоструйной обработки с использованием промышленного оборудования необходимо соблюсти ряд условий, которые в комплексе дают максимальный результат. Рассмотрим факторы, влияющие в первую очередь на эффективность процесса:

- 1) настройка оборудования в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации (РЭ);
- 2) оптимальная грануляция рабочей смеси абразива и ее качественное состояние;
- 3) режимы обработки;
- 4) состояние изделий до обработки.

Рассмотрим подробнее каждый из приведенных факторов.

## 1. Настройка оборудования в соответствии с требованиями РЭ

Стабильная работа дробеметного оборудования зависит от работы систем вентиляции

и сепарации. На приведенных ниже примерах вы можете убедиться в необходимости данных регулировок (рис. 1, 2).

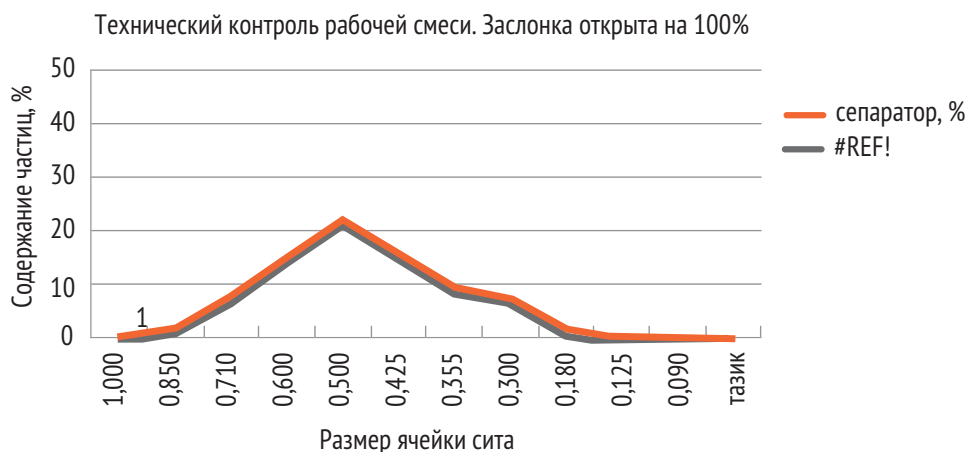
Равномерное распределение потока дроби в сепараторе обеспечивает наилучшее отделение продуктов износа дроби и механических загрязнений. Отсутствие подсоса воздуха от мусоросборников в фильтровентиляционной установке обеспечивает требуемую скорость потока воздуха для максимального пылеудаления. Это условие справедливо и для мусоросборника от сепаратора. Кроме этого, должна быть обеспечена вентиляция рабочей камеры для удаления пыли.

## 2. Гранулометрический состав рабочей смеси абразива

Гранулометрический состав рабочей смеси абразива непосредственно влияет на скорость и качество обработки. Присутствие мелких частиц (пыли) размерами 0,2–0,05 мм не только не способствует ускорению обработки, но и даже тормозит ее.



**Рисунок 2.** Пылесборники



**Рисунок 3.** Пример графика ситового анализа рабочей смеси

Кинетическая энергия частицы напрямую зависит от ее массы, скорости и имеет кубическую зависимость от диаметра. Пыль полезной работы не выполняет! Очень важно своевременно удалять нерабочие частицы из системы дробеобращения (рис. 3, 4).

**3. Режимы обработки**

Качество обработки в первую очередь зависит от интенсивности и времени воздействия потока дробы. Эти параметры регулируются количеством и скоростью дробин, скоростью подачи изделий и настройками самой турбины.

В данном случае оптимальной будет настройка дробеметной турбины по центру. Режимы обработки должны обеспечивать получение установленных характеристик поверхности (рис. 5).

**4. Состояние изделий до обработки**

Очень важно правильно оценить состояние изделий до обработки и подобрать соответствующие режимы. При этом очень часто не обращают внимания на маслянистые загрязнения: масло, антипригарную смазку от сварочных брызг, СОЖ и прочие склеивающие загрязнители. Перед подачей на дробеметную (дробеструйную) обработку изделия должны быть обезжирены любым подходящим способом. На рис. 6 приведен пример типичного состояния изделий перед дробеочисткой. И если для стратегической продукции (мостовые конструкции, трубопроводы) в силу высоких требований к антикоррозийной защите предусмотрен комплекс мер по обезжириванию, то в обычном гражданском машиностроении эта операция зачастую выполняется символически.

Опыт посещения многочисленных производств показал, что полноценное обезжиривание выполняют не всегда, а иногда поверхности и вовсе не обезжиривают. В этом случае при обработке дробью в нее начинает попадать и накапливаться масло. Как следствие, развивается цепочка негативных последствий, которая в отдельных случаях может привести к аварийной остановке оборудования. При абразивоструйной обработке стальной дробью естественным образом образуется пыль, которая при наличии масла становится липкой и далее по системе вентиляции попадает на воздушные фильтры и прилипает к ним. Фильтры постепенно обрастают «шубой», масло переходит в тело фильтра, система самоочистки не может справиться с ним. Как следствие, пропускная способность фильтров падает, что приводит к снижению пылеудаления. Если обратить внимание на контрольные приборы (рис. 7, 8), показывающие пропускную

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

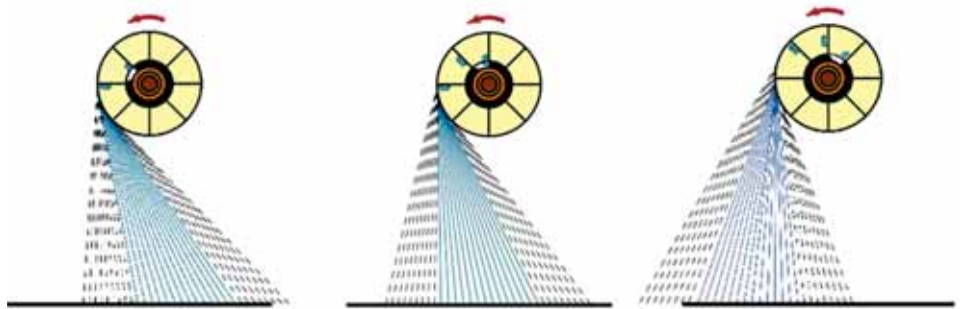
$$m = V_{\text{сфера}} \rho \rightarrow m = \frac{\pi}{6} D^3 \rho$$

$$\rightarrow E_k = \frac{\pi}{12} \rho D^3 V^2$$

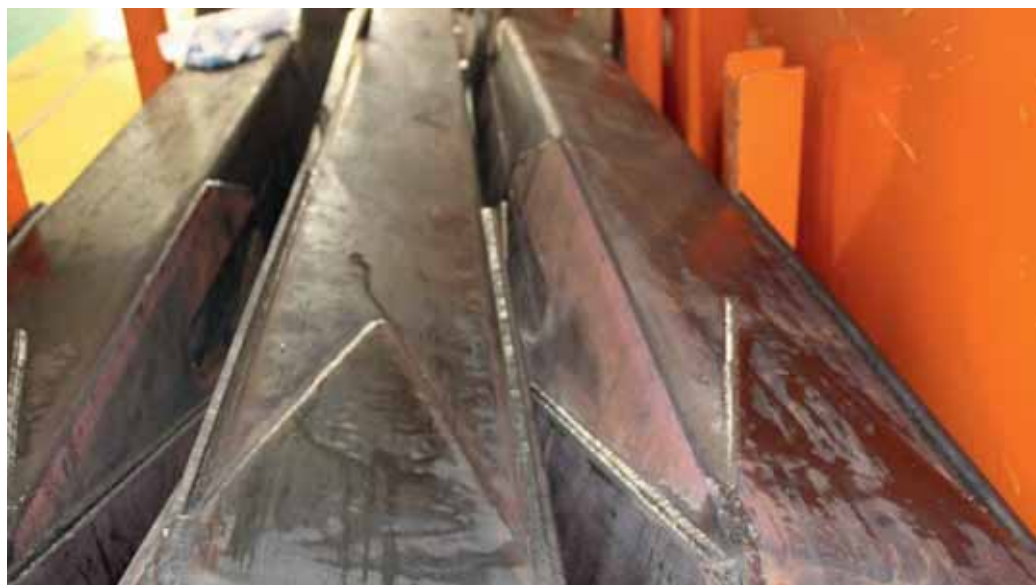
$E_k$	– кинетическая энергия
$m$	– масса
$v$	– скорость
$V_{\text{сфера}}$	– объем
$\rho$	– удельная плотность
$D$	– диаметр
$\pi$	– пи (3, 14)

Диаметр сферы в кубе, поэтому неотъемлем для кинетической энергии абразивной сферы.

**Рисунок 4.** Формулы расчета кинетической энергии



**Рисунок 5.** Распределение факела дробы при вылете с дробеметной турбины (1 – смещение вправо, 2 – оптимальное положение, 3 – смещение влево)



**Рисунок 6.** Состояние изделий перед дробеочисткой

способность фильтров, то можно сразу оценить их состояние.

В условиях масляного загрязнения полезный срок службы фильтров в лучшем случае составляет около 1 000 моточасов. Встречаются отдельные «рекордсмены», засоряющие фильтры до нерабочего состояния за 300–400 моточасов. Это крайне мало, поскольку в условиях отсутствия масляного загрязнения, фильтры могут прослужить 5 000–6 000 мо-

точасов. Необходимо помнить, что состояние воздушных фильтров напрямую влияет на пылеудаление и эффективность абразивоструйной обработки (рис. 9).

Следствием засорения фильтров являются ухудшение вентиляции, сепарации и накопление пыли в абразиве. Кроме отсутствия полезной работы, пыль оказывает крайне негативное воздействие на элементы дробеметных турбин: начинают изнашиваться лопатки



Рисунок 7. Фильтры в норме



Рисунок 8. Фильтры требуют замены



Рисунок 9. Полезный срок службы воздушных фильтров уже давно закончился, и они требуют замены



Рисунок 10. Характерный износ лопаток турбин от воздействия пыли

Таблица 1. Сравнение различных вариантов обезжиривания поверхностей

Критерии оценки	Варианты обезжиривания			
	1	2	3	4
Капитальные затраты	Нет	Да	Да	Нет
Операционные затраты (себестоимость)	Нет	Да	Да	Да
Занимает площадь	Да	Да	Да	Нет
Пожароопасность	Да	Нет	Да	Нет
Производительность	Нет	Да	Нет	Да
Качество	Нет	Да	Да	Да
Эффективность = качество / себестоимость	Нет	Нет	Нет	Да
Экологичность	Нет	Нет	Нет	Да
Применимость	Да	Да	Нет	Да



**Рисунок 11.** Износ лопаток турбин и значительные отложения жирной пыли



**Рисунок 12.** Пыль в рабочей смеси и характерный износ лопатки дробебетной турбины – последствия масляных загрязнений

турбин, пылевой износ проявляется в виде характерных локальных изношенных участков (рис. 10–12). Это объясняется тем, что в отличие от дробинки, которые отскакивают или катятся по лопаткам, частицы пыли скользят по ним, увеличивая время контакта и плотнее покрывая поверхность лопаток. Происходит интенсификация абразивного воздействия. В этом случае средний срок службы лопаток турбин составляет **500–600** моточасов. При своевременном удалении пыли из дробы полезный срок службы лопаток возрастает в несколько раз и может составлять **2 500–3 000** моточасов. Анализируя представленную информацию, можно увидеть прямое влияние масляных загрязнений на эффективность обработки. В случае применения дробебетной обработки для подготовки поверхности под покраску масляные загрязнения крайне негативно влияют на адгезию. Затраты на исправление дефектов покраски могут стоить значительных средств и репутации компании.

По результатам исследований авторитетных специалистов в области дробебетной обработки, сделан вывод, что содержание в рабочей смеси абразива пыли в количестве 2% снижает эффективность обработки на 50%!

**Как бороться с масляными загрязнениями?**

Как бороться с масляными загрязнениями, чтобы избежать множества проблем? Классические способы или малоэффективны (ручная протирка, промывка), или требуют значительных капитальных и операционных затрат



**Рисунок 13.** Результаты исследований компании WAbbrasives по зависимости износа лопаток турбин от количества содержания пыли в диапазоне от 0 до 2%

(моечные установки, термообезжиривание). Оставлять ситуацию как есть и менять дробь, фильтры и турбины выходит еще дороже.

Решение проблемы с замасливанием дробы возможно следующими способами (табл. 1):

1) ручное обезжиривание перед абразивоструйной обработкой органическими растворителями и ветошью;

2) автоматическое обезжиривание в специальных моечных камерах;

3) термообезжиривание;

4) удаление масляных загрязнений в процессе дробеочистки с помощью обезжиривающих присадок в дробь.

Используя данные табл. 1, технолог может выбрать оптимальный вариант и внедрить его на своем производстве.