





# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА И ДЕТАЛЕЙ СУДОВ

А.С. Дринберг, И.А. Уденко  
ХК «Пигмент», Санкт-Петербург



Рис. 1. Принципиальная схема абразивоструйной обработки



**СУЩЕСТВУЕТ ВЕЛИКОЕ МНОЖЕСТВО УСТРОЙСТВ, А ТАКЖЕ РУЧНЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ ПОД ОКРАСКУ. В СУДОСТРОЕНИИ И СУДОРЕМОНТЕ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В ОСНОВНОМ ПРИМЕНЯЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КОРПУСА (БЛАСТИНГА):**

- АБРАЗИВОСТРУЙНАЯ ОЧИСТКА;
- ГИДРОАБРАЗИВНАЯ ОЧИСТКА;
- ТЕРМОАБРАЗИВНАЯ ОЧИСТКА;
- ГИДРОСТРУЙНАЯ ОЧИСТКА СВЕРХВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ.

## АБРАЗИВОСТРУЙНАЯ ОЧИСТКА

**В** России существует высокотехнологичное производство, выпускающее абразивоструйное оборудование на уровне лучших мировых образцов – Великолукский механический завод (Великие Луки, Псковская область). Предприятие с 1997 года занимается изготовлением песко- и дробеструйных установок, а также сопутствующего оборудования.

Установки абразивоструйные напорного типа DSG предназначены для очистки металлических и бетонных конструкций от коррозии, старой краски и других наслоений и подготовки поверхности перед нанесением антикоррозионных покрытий. Установки производятся нескольких типов, с объемом загружаемой емкости 25, 50, 75, 100, 160, 200, 250, 300, 700, 900 и 3000 л.

Принцип работы абразивоструйной обработки (бластинга): абразивные частицы ускоряются из абразивоструйного аппарата при помощи энергии сжатого воздуха. Чтобы с помощью абразивных частиц и сжатого воздуха обеспечить эффективную очистку, необходимо профессиональное мастерство, высококлассное оборудование и контроль качества. Каждый элемент влияет на результат работы всей системы. При очистке ненужные материалы удаляются, поверхность материала становится более прочной и подготовленной для нанесения покрытий. При помощи абразивоструйной очистки с металлических конструкций устраняют старую краску, ржавчину и другие загрязне-

ния. Кроме того, при струйной очистке удаляется вторичная окалина, которая образуется на новой стали. Принципиальная схема абразивоструйной обработки представлена на рисунке 1.

Качество и производительность абразивоструйных работ в значительной мере зависят от давления и количества воздуха, проходящего через сопло. Расход абразивного материала (кварцевый песок с удельной массой 1600 кг/м<sup>3</sup>) и воздуха в зависимости от диаметра сопла и давления воздуха в форсунке указаны в таблице 1 (на 1 сопло).

Во время проведения абразивоструйных работ необходима защитная спецодежда, способствующая здоровью и безопасности оператора. При выполнении работ по абразивоструйной очистке на объектах с повышенной опасностью для операторов должны быть предусмотрены средства коллективной защиты (рис. 5).

Защитная спецодежда пескоструйщика обеспечивает комплексную защиту. Она включает специальный костюм и рукавицы для защиты рук. В комплект спецодежды обязательно входит защитный шлем для пескоструйных работ с принудительной подачей воздуха, предварительно прошедшего через пневмофильтрующее устройство. Если уровень звукового давления внутри шлема превышает 80 дБА, следует применять дополнительные средства индивидуальной защиты органов слуха.



Рис. 2. Абразивоструйная установка напорного типа DSG-1000 с загрузочной емкостью 900 л



Рис. 3. Абразивоструйная установка напорного типа DSG-300 с загрузочной емкостью 300 л



Рис. 4. Абразивоструйная установка напорного типа DSG-200 с загрузочной емкостью 200 л

**Таблица 1.** Расход абразивного материала и воздуха в зависимости от диаметра сопла и давления воздуха в форсунке

Диаметр сопла, мм	Давление воздуха, кгс/см <sup>2</sup>						
	3,5	4,2	5,0	5,6	6,3	7,0	
6	1,3 122	1,5 142	1,7 161	1,9 185	2,1 204	2,5 239	м <sup>3</sup> /мин кг/ч
8	2,2 213	2,5 243	2,9 275	3,3 305	3,6 336	4,2 409	м <sup>3</sup> /мин кг/ч
10	3,0 303	3,6 348	4,0 393	4,6 436	5,0 478	5,6 545	м <sup>3</sup> /мин кг/ч
12	4,9 488	5,7 562	6,6 626	7,3 643	8,1 715	8,9 900	м <sup>3</sup> /мин кг/ч

**Таблица 2.** Технические характеристики установок типа DSG-200

Наименование показателя	DSG-200	DSG-300	DSG-1000
Объем бункера, л	200	300	900
Производительность, м <sup>2</sup> /ч	5–27	10–65	10–54
Давление, МПа	0,5–0,8	0,5–0,8	0,5–0,8
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	1,3–8,9	3–19	3,4–19,0
Масса, кг	143	201	760
Габариты, мм	1000×730×1570	850×800×1660	1390×350×2020

**Рис. 5.** Абразивоструйная очистка корпуса судна


# ГИДРОАБРАЗИВНАЯ ОЧИСТКА

**В** случае применения гидроабразивной очистки абразив вводится в поток жидкости (обычно чистой воды), и струя направляется через сопло на обрабатываемую поверхность.

Жидкость подается под более высоким давлением, и в этом случае количество абразива обычно меньше, чем при очистке сжатым воздухом. В воду можно добавлять ингибитор коррозии, совместимый с последующим покрытием.

С помощью данного метода может достигаться степень подготовки Sa 3 при любой степени коррозии исходной поверхности или ранее окрашенной поверхности. Такая очистка позволяет удалять практически полностью все водорастворимые загрязнения. Ограничения на применение метода те же, что и при влажной очистке.

Для обработки крупных объектов (суда, морские и гидротехнические сооружения) нередко

используют забортную воду (пресную) с песком; образующаяся при сушке вторичную ржавчину удаляют посредством сухой очистки.

## Аппараты для гидроабразивной обработки фирмы «Graco» серии EсоQuip

Традиционные методы очистки дна судна, такие, как абразивоструйная обработка песком или дробью, использование химикатов или методов высокого давления, могут повредить гелеобразное противоположающееся покрытие и нарушить обшивку, а краска будет иметь плохое сцепление с поверхностью. Подобные традиционные методы делают конструкцию судна уязвимой для повреждений в процессе чистки. Кроме того, традиционные инструменты, используемые для струйной обработки элементов ходовых частей, могут повредить металл и стать причиной возникновения точечной коррозии. С помощью системы гидроабразивной обработки EсоQuip

подготавливают поверхности для последующего нанесения на них защитных покрытий. Система EсоQuip очищает поверхности судна, не повреждая защитное покрытие стекловолокна или полиэфира. Она создает качественную поверхность, которая обеспечивает высокую адгезию. Влажное шлифование или нанесение металлического покрытия при ее применении не требуются. По сравнению с другими методами эти системы позволяют экономить время, затрачиваемое на очистку поверхности.

С помощью системы EсоQuip можно удалить старое лаковое покрытие, очистить и вернуть дорогому тиковому дереву палубы первоначальный цвет, почти не повредив его при этом. Такая система позволяет в считанные минуты очистить поверхности элементов ходовой части и удалить морские обрастания, которые скапливались в течение многих лет эксплуатации, в то время как при использовании других систем на

измельчение отложений уходят многие часы работы. Технология EсоQuip позволяет восстановить первоначальную целостность винтов, рулей и обшивочных листов без их демонтажа с судна.

Система EсоQuip эффективно снижает затраты на проведение профилактических и ремонтных работ. Для быстрой очистки и проведения регулярных осмотров внутреннего оборудования судна (трубопроводов, клапанов, сложной механической и гидравлической техники) не требуются демонтаж или маскирование.

Система EсоQuip применяется также для снятия стойких промышленных покрытий и удаления коррозии, при этом не повреждаются шлангопроводы, соединительные муфты и delicate поверхности. Этот одноэтапный процесс очистки и подготовки поверхности позволяет сократить много часов работы при проведении трудоемких и сложных процедур технического обслуживания.

Благодаря чрезвычайно низким характеристикам рассеивания системы EсоQuip устраняют 92% взвешенной пыли, их можно использовать в закрытых помещениях, не оказывая негативного влияния на находящиеся в помещении рабочих (рис. 7).

#### Преимущества гидроабразивной очистки

- Создает меньше пыли – на 92% меньше взвешенной пыли, чем при сухой абразивоструйной обработке.
- Требуется меньшего количества воды, чем традиционные гидроструйные системы обработки.
- Позволяет оптимизировать расход воздуха, воды и абразивного материала. В результате образуется мелкодисперсный туман, содержащий частицы абразивного материала, а не пыли.
- Требуется меньшего количества абразива, чем гидроструйные системы, что позволяет сократить расходы на абразивные материалы.
- Системы EсоQuip оснащены сверхпрочными защитными рамами из нержавеющей стали и могут использоваться в самых жестких условиях.
  - Безопасная рама.
  - Надежное функционирование в течение многих лет.

Надо заметить, что у гидроабразивных установок имеются и недостатки. Одним из главных минусов таких систем является высокая стоимость оборудования и используемых дополнительных компонентов (ПАВы, ингибиторы коррозии и т.п.).



Рис. 6. Обработка подводной части корпуса судна системой EсоQuip



Рис. 7. Видно, что система EсоQuip не создает облако взвешенной пыли, как, например, при абразивоструйной обработке



**УСТАНОВКА ИМЕЕТ ВСТРОЕННЫЙ КОМПРЕССОР, КОТОРЫЙ МОЖЕТ СНАБЖАТЬ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ВОДОСТРУЙНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ. НАДЕЖНЫЙ И ДОЛГОВЕЧНЫЙ НАСОС РАЗВИВАЕТ ОЧЕНЬ ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ.**



Рис. 8. Гидроабразивная установка Eq100m



Рис. 9. Гидроабразивная установка EQ 600

Таблица 3. Технические характеристики гидроабразивных установок серии EсоQuip

Наименование показателя	EQ100m	EQ 300s	EQ 600s
Габаритные размеры, см	86×64×118	142×115×141	142×115×141
Вес, кг	163	476,3	499,0
Максимальный вес абразивного материала, кг	113,4	226,8	226,8
Давление подачи абразивного материала, бар	2–8,3	2–8,3	2–8,3
Емкость бака с водой, л	38	473	473
Абразивоструйный шланг, м	15	15	15
Размер сопла, мм	7	7	8

# ТЕРМОАБРАЗИВНАЯ ОЧИСТКА

**Т**ермоабразивная очистка является аналогом абразивоструйной обработки, основные отличия заключаются в температуре и скорости газового потока. В основе этой технологии лежит воздействие на очищаемую поверхность высокотемпературной сверхзвуковой струи, несущей частицы абразивного материала.

Газовая струя образована продуктами сгорания керосина или дизельного топлива, сжигаемого в сжатом воздухе в камере сгорания горелки. Горелка обеспечивает ввод в газовый поток абразивных частиц и оборудована разгонным каналом, позволяющим разогнать их до максимально возможных скоростей. Характерные значения скорости и температуры газовой фазы потока в выходном сечении разгонного канала составляют 1250 м/с и 1400 К соответственно. При этом скорость абразивных частиц составляет 100–300 м/с в зависимости от их фракции и происхождения. Скорость частиц в 2,5–3,5 раза превосходит скорость при традиционной струйно-абразивной обработке, а энергия соударения с поверхностью – соответственно в 6–10 раз. Именно высокая кинетическая энергия абразивных частиц определяет уникальную эффективность технологии термоабразивной очистки. Схема работы термоабразивной установки приведена на рис. 10.

Технология позволяет очищать металлические поверхности от всех видов загрязнений и наслоений: металлургической окалины, продуктов коррозии, лакокрасочных, гальванических и газотермических покрытий, известковых и иных отложений. Качество очищенной поверхности соответствует степени Sa 3.

При термоабразивном способе очистки одновременно обеспечивается обезжиривание, обеспыливание и активация поверхности, что исключает необходимость каких-либо дополнительных операций перед нанесением покрытий любого типа. Задается необходимая шероховатость поверхности, которая определяется главным образом типом и дисперсностью абразива и находится в диапазоне значений Rz20–Rz80. После очистки с использованием термоабразивной технологии поверхность становится равномерно шероховатой, обезжиренной, подогретой до температуры 50–60 °С и химически активной. Такие свойства поверхности обеспечивают высокую степень адгезии с наносимым на нее защитным покрытием.

Из-за высокой производительности процесса время экспозиции поверхности в высокотемпературном потоке незначительно и перегрева поверхностного слоя металла не происходит. Особенно

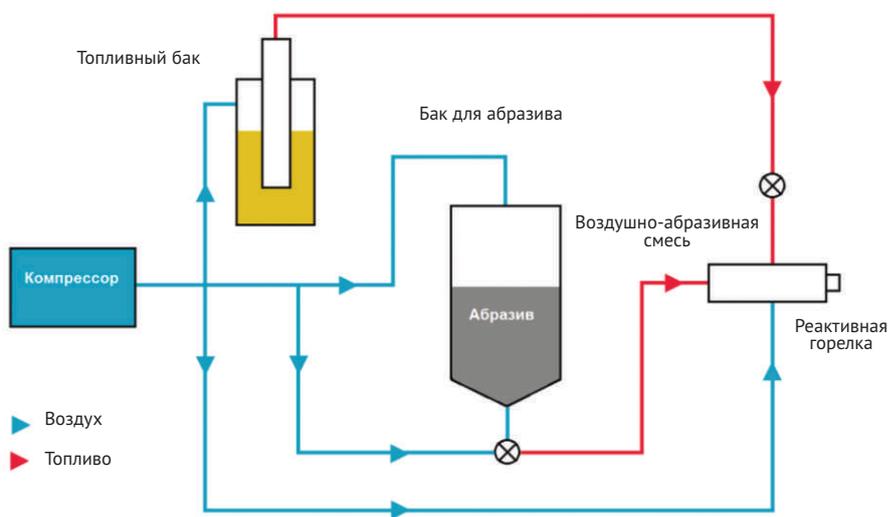


Рис. 10. Схема работы термоабразивной установки

эффективно применение термоабразивной технологии при очистке крупногабаритных стальных конструкций, таких как корпуса судов.

Способ термоабразивной очистки поверхности характеризуется высокой производительностью и качеством обработки. Термоструйная установка обеспечивает очистку от продуктов коррозии с максимально возможным качеством и производительностью не менее 0,33 м<sup>2</sup>/мин, что с учетом подготовительно-заключительного времени позволяет обработать за рабочую смену (7 ч) не менее 100 м<sup>2</sup>.

Термоабразивная технология наиболее эффективна там, где традиционный метод абразивоструйной обработки малоэффективен: при очистке многослойных лакокрасочных покрытий, включая покрытия на эпоксидной основе, масляные и битумные загрязнения, затвердевшие и незатвердевшие нефтепродукты, гуммированные поверхности, металлизированные и полимерные покрытия и другие. Практика показала высокую эффективность термоабразивного метода при производстве и ремонте мостов, трубопроводов, нефтехранилищ, судов, промышленного оборудования, строительных металлоконструкций. Возможна также очистка конструкций и сооружений из бетона, природного камня и кирпича от различного рода загрязнений, в том числе биологических (плесень, грибок).

Термоабразивное оборудование отличается универсальностью, простотой в эксплуатации и мобильностью. Эти преимущества позволяют выполнять работы как в заводских, так и в полевых или малопригодных для механизации условиях, вдали от источников энергоснабжения и коммуникаций.

Для работы термоструйной установки требуется источник сжатого воздуха, обеспечивающий рабочее давление 0,7–1,2 МПа в количестве 4,5–7,0 норм. м<sup>3</sup>/мин. Мощность струи регулиру-

ется топливным краником на горелке, поэтому при очистке сложной поверхности, когда требуется добавить мощи, рабочий приоткрывает топливный кран и расход топлива увеличивается, но средний расход топлива составляет 9 л/ч.

Если использовать в качестве абразива речной песок, его расход составляет примерно 380–400 кг/ч. При использовании абразива типа купрошлак расход в 2 раза больше, но и плотность выше, чем у песка – более чем в 2 раза. Кроме того, абразивные свойства купрошлака намного превышают свойства песка, поэтому производительность и качество при использовании купрошлака намного выше.

Меры предосторожности те же, что и при работе традиционной абразивоструйной очисткой – защита органов дыхания, слуха, зрения, кожного покрова, ограждение зоны работы и пр. Чтобы проводить очистные работы с помощью термоструйного оборудования, особых навыков оператора не требуется.

## Термоабразивная установка ТАУ-100/ ТАУ-200 предназначена для:

- высококачественной очистки металлических и неметаллических поверхностей от различных видов загрязнений и коррозии: ржавчины, окалины, красок, грунтовок, битума, смол, герметика, резины и др.;
- подготовки поверхностей конструкций под нанесение защитных покрытий;
- обработки поверхности старого бетона для соединения с новым бетоном, удаления участков «больного» бетона перед восстановительными операциями.

Для обеспечения работы установки необходимы:

- Сжатый воздух. Источником сжатого воздуха может быть воздушная промышленная магистраль или передвижной компрессор, обеспечи-

вающие давление  $P=0,6$  МПа и расход воздуха  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $5,0 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $5000 \text{ л}/\text{мин}$ ).

- Продукт горения. В качестве продукта горения используют керосин или дизельное топливо.
- Абразивный материал. В качестве абразивного материала могут использоваться речной сухой просеянный песок, дробь, корунд и др.

**Преимущества термоабразивного метода очистки поверхностей в сравнении с традиционным пескоструйным способом:**

1. Производительность очистки выше в 2–3 раза.
2. Обеспечивается качество очистки до степени Sa 3.
3. Возможность выполнять очистку толстослойных загрязнений и покрытий.
4. При очистке происходит подогрев, обезжиривание и активирование поверхности, исключается операция обезжиривания перед нанесением покрытия.
5. Обеспечивается необходимая равномерная шероховатость поверхности.
6. Расход абразива снижается в 3–4 раза.
7. Исключается попадание на обрабатываемую поверхность масла и влаги при использовании сжатого воздуха.

**Недостатки термоабразивной очистки:**

1. Невозможность очистки изделий из тонколистового металла (1–2 мм), изделий из листового алюминия и других, так как металл ведет. Мощная газоабразивная струя провоцирует в металле внутреннее напряжение (наклеп), которое приводит к деформации.
  2. Нельзя использовать при очистке емкостей для хранения нефтепродуктов, если эти емкости не прошли обработку паром и есть вероятность воспламенения паров.
  3. Расходный бак абразива должен наддуваться до давления, превышающего давление рабочего тела в камере сгорания горелки.
  4. Сопло горелки подвергается термоэрозийному воздействию частиц абразива, что снижает ресурс работы сопла.
  5. Вследствие большого времени пребывания частиц абразива в камере сгорания и в докритической части сопла горелки может иметь место прогрев частиц абразива до перехода их в аморфное состояние.
  6. При относительно больших расходах частиц абразива вследствие отбора тепла от газообразных продуктов сгорания снижается температура газовой фазы, что отрицательно влияет на эффективность работы горелки.
  7. Невозможность применения в огнеопасных помещениях.
  8. Наличие значительных шумовых эффектов.
  9. Постоянный контроль за топливопроводами и соединителями, в противном случае возможна утечка, которая приведет к возгоранию.
- По вышеуказанным причинам метод термоабразивной очистки поверхности в последнее время применяется все реже.



Рис. 11. Термоабразивная установка TAU-200



Рис. 12. Сопло реактивной горелки термоабразивной установки

## ТЕРМОАБРАЗИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНА ТАМ, ГДЕ ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД АБРАЗИВНОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ МАЛОЭФФЕКТИВЕН: ПРИ ОЧИСТКЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ, ВКЛЮЧАЯ ПОКРЫТИЯ НА ЭПОКСИДНОЙ ОСНОВЕ, МАСЛЯНЫЕ И БИТУМНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**Таблица 4.** Технические характеристики термоабразивной установки, нормы расхода рабочих компонентов и данные о производительности.

Емкость бака абразива	л	100 (200)
Емкость бака топлива	л	25
Масса	кг	146 (161)
Рабочее давление воздуха	МПа	0,5–0,7
Максимальная длина резиновых рукавов	м	20
Фракция абразива	мм	До 1,2
Охлаждение рабочего органа горелки		Воздушное
Зажигание		Электрическое
Расход керосина (дизельного топлива)	л/ч	9
Расход сжатого воздуха	м <sup>3</sup> /ч	300
Расход абразива (речной песок)	кг/ч	280
Производительность при очистке плоской металлической поверхности от ржавчины или однослойного покрытия, не менее	м <sup>2</sup> /ч	45
Производительность при очистке плоской бетонной поверхности, не менее	м <sup>2</sup> /ч	от 50
Качество очистки по ISO 8501-1; 1988/SS 05 5900		SA3–SA2,5
Шероховатость обрабатываемой поверхности		Rz30–Rz60
Уровень шума	дБ	110

# ГИДРОСТРУЙНАЯ ОЧИСТКА СВЕРХВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

**Т**ехнология гидроструйной очистки сверхвысокого давления разработана сравнительно недавно. В ней используется кинетическая энергия водяной струи сверхвысокого давления. Данная технология позволяет выбрасывать воду под большим напором до 3000 бар (300 мПа или 2960 атм.) с помощью усилителей потока. Подобные системы оснащены дизельным двигателем либо электродвигателем, которые подают питание на насос. После чего вода под высоким напором выбрасывается из сопла, при этом проходя через несколько шариков, которые создают вращательный эффект и периодическую интенсивность подачи. Такая система способна очистить всевозможные поверхности, внутренние загрязнения, присоединения и перемычки (см. рис. 13).

Скорость такой очистки значительно превышает скорость ручной очистки материала. К тому же нет необходимости добавлять химические компоненты, растворители и другие разъедаю-

щие вещества. Эта система сверхвысокого давления экологически безопасна.

## Преимущества гидроструйной очистки:

Система гидроструйной очистки представляет собой физический способ очистки. По сравнению с традиционными методами: ручной, механической или абразивоструйной очисткой, подобная система очистки имеет следующие преимущества:

- В системе гидроструйной очистки можно регулировать давление и скорость. Благодаря этому можно избежать повреждения очищаемого объекта.
- Система гидроструйной очистки не загрязняет поверхность повторно.
- Система гидроструйной очистки способна очистить объект любой сложной формы и структуры. Кроме того, система может работать в узких пространствах и в сложных условиях.

– В отличие от химической или биологической очистки, система гидроструйной очистки не производит новых загрязняющих веществ. Таким образом, система гидроструйной очистки безвредна для окружающей среды.

## Недостатки гидроструйной очистки:

- Невозможность удаления ржавчины, окислы на металле, так как снова образуется ржавчина из-за обработки водой.
  - Перед покраской, грунтовкой и т.д. поверхность необходимо высушивать.
  - Очистка хуже абразивоструйной.
  - Несмотря на высокое давление, вода никогда не сможет создать профиль при обработке стальной поверхности.
- Система гидроструйной очистки позволяет очистить поверхность быстро и качественно. Например, такие системы могут очистить более 95% мусора и грязи теплообменника и любого другого котла.



Эксплуатационные расходы в случае применения гидроструйной очистки невелики благодаря их высокой эффективности.

В среднем затраты на содержание системы гидроструйной очистки на треть меньше затрат на абразивоструйные устройства.

Система гидроструйной очистки не имеет специальных требований по объектам очистки, материалам, размерам, форме и т.д.

Одним из лидеров в сфере разработки технологий для водоструйных устройств высокого давления является немецкая фирма «WOMA» (подразделение фирмы «Karcher»).

WOMA разрабатывает и производит большой ассортимент водоструйного оборудования для обработки, очистки или резания. Компания изготавливает мощные гидроструйные установки высокой точности, которые отличаются качеством, надежностью и экономичностью для всех отраслей промышленности, строительства и производства.

### Установка Ecomaster MK 3

Установка Ecomaster MK 3 широко применяется в очистке и техническом обслуживании больших строительных конструкций и промышленного оборудования, в том числе в судоремонте. Его рабочее давление достигает 3000 бар, что позволяет удалить любое старое покрытие и всевозможные загрязнения (рис. 14).

Установка имеет встроенный компрессор, который может снабжать сжатым воздухом пневматические водоструйные инструменты. Надежный и долговечный насос развивает очень высокое давление. Концепция управления предусматривает текстовые инструкции, облегчающие установку рабочих значений давления. В целях защиты окружающей среды все дизельные двигатели оснащаются фильтром, задерживающим сажевые частицы.

Установка Ecomaster MK 3 имеет некоторые отличительные особенности:

- интуитивно понятная система управления, благодаря чему обеспечивается высокая эксплуатационная надежность;
- регулирование давления и числа оборотов привода, позволяющее снизить расход топлива на 30%;
- безнапорная циркуляция позволяет уменьшить износ и увеличить срок службы;
- установка может поставляться с дизельным или электрическим приводом, а также в виде передвижной или стационарной установки;
- в системе предусмотрен предохранительный поддон, благодаря которому даже в аварийном случае рабочие жидкости не попадают в окружающую среду.

### Гидроструйные аппараты сверхвысокого давления с электродвигателем фирмы «Посейдон»

Гидродинамические машины «Посейдон» собираются в России на элементной базе комплектующих производства Германии, США и Италии. По качеству сборки и составу комплектующих они не уступают аналогам немецкого производства. В данных машинах применяются плун-

жерные насосы ведущих мировых производителей: Gardner Denver, Interpump, Udor, Pratisolly, Annovi Reverberi.

Аппараты сверхвысокого давления «Посейдон» российского производства серии ВНА (1032–2800 бар) с электродвигателем 75 кВт представляют собой универсальное оборудование для очистки, которое справляется с большинством работ. Авторами статьи были рассмотрены основные методы очистки поверхности, применяемые в судостроении и судоремонте, и оборудование для очистки, используемое в каждом из вышеуказанных методов. ■

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлов Д.Ю. Бластинг: Гид по высокоэффективной абразивоструйной очистке. – Екатеринбург: ООО «ИД «Оригами», 2007. – С. 216.
2. <http://wmz.ru>.
3. <http://www.graco.com>.
4. <http://www.woma.de>.
5. <http://z-poseidon.ru>.



Рис. 13. Гидроструйная очистка сверхвысоким давлением



Рис. 14. Гидроструйная установка Ecomaster MK 3



### ОСОБЕННОСТИ:

- Низкооборотистый трехплунжерный насос промышленного типа (большой ресурс).
- Прочная рама с отверстиями под захват вилами погрузчика.
- В стандартной поставке аксессуары для очистки поверхностей.
- Фильтр из нержавеющей стали с картриджами на 20 микрон.
- Стоимость на 20–40% ниже по сравнению с аналогами.

Рис. 15. Гидроструйный аппарат сверхвысокого давления «Посейдон» с электродвигателем