

# СТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ СУХИМ ЛЬДОМ

## ДОБИТЬСЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ, ОБОЙТИ РИСКИ

В БОЛЬШИНСТВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЯХ И ДЕТАЛЯХ МАШИН ВОЗНИКАЮТ ОСТАТОЧНЫЕ ЧАСТИЦЫ. ЧТОБЫ НЕ БЫЛО НАРУШЕНИЙ В РАБОТЕ ОБОРУДОВАНИЯ ИЛИ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ, НУЖНО ПЕРИОДИЧЕСКИ ОЧИЩАТЬ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН. В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОДВЕРГАЮТСЯ ИЗНОСУ, СТЕПЕНЬ КОТОРОГО В ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ЗАВИСИТ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ. КРОМЕ ТОГО, ЗАТРАЧИВАЕМОЕ НА ОЧИСТКУ ВРЕМЯ УВЕЛИЧИВАЕТ ВРЕМЯ ПРОСТОЯ ОБОРУДОВАНИЯ. УЧИТЫВАЯ ЭТИ ДВА АСПЕКТА, МОЖНО УТВЕРЖДАТЬ, ЧТО МЕТОД СТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ СУХИМ ЛЬДОМ ИМЕЕТ РЯД СУЩЕСТВЕННЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ – ЧИСТЯЩЕЕ СРЕДСТВО ПОЛНОСТЬЮ ИСПАРЯЕТСЯ С ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ, НЕ ПОВРЕЖДАЯ ПРИ ЭТОМ САМУ ПОВЕРХНОСТЬ.

МАРТИН РИСТЕР

VDMA Surface Technology (Союз машиностроителей Германии, отдел обработки поверхностей), руководитель

**Т**ермический шок и сублимация  
Имеющийся опыт использования этой технологии (например, при очистке форм для изготовления автомобильных шин) позволяет сказать, что струйная обработка сухим льдом может применяться очень широко. Благодаря соответствующим характеристикам процесса этот метод отлично подходит также для удаления лакокрасочных покрытий с различных поверхностей.

Принцип действия технологии очистки сухим льдом основывается на четырех механизмах:

**1. Разрушение органических материалов до хрупкого состояния.** Затвердевание и разрушение до хрупкого состояния органических материалов осуществляется при низких температурах. Происходит уменьшение их эластичности, снижается их адгезия к поверхности, и они значительно легче удаляются.

**2. Термический шок.** Резкое снижение температуры поверхностного слоя вызывает механи-

ческое напряжение между различными материалами и ослабляет сцепление слоя загрязнения и основы.

**3. Энергия столкновения.** Кинетическая энергия, которая высвобождается при столкновении гранул сухого льда с обрабатываемой поверхностью, переходит на частицы загрязнений, придает им ускорение и удаляет их с поверхности.

**4. Сублимация.** При переходе из твердого в газообразное агрегатное состояние происходит очень быстрое увеличение объема примерно в 500 раз. В результате возникает большая кинетическая энергия, которая эффективно удаляет посторонние частички с поверхности.

Метод мобилен: струйную обработку сухим льдом можно проводить непосредственно на месте производства. При проведении подобной очистки необходимо учитывать, что удаляемые в одном месте загрязнения могут оседать в другом месте в том же помещении. Чтобы сделать процесс очистки эффективным, необходимо правильно организовать эту работу.

Наряду с упомянутой функцией очистки поверхности струйную обработку сухим льдом можно использовать также для предварительной подготовки пластмассовых материалов к окрашиванию. Благодаря дипольному моменту молекул CO<sub>2</sub> происходит активация поверхности пластмасс и ее очистка.

### Опасности: предотвратить и избежать

Как при большинстве технологий, используемых в промышленном производстве, при струйной обработке сухим льдом существует целый ряд характерных опасностей. Специалисты рабочей группы «Обработка сухим льдом» Союза машиностроителей Германии (VDMA) разработали требования, обеспечивающие безопасность конструкций и эксплуатации, которые были согласованы с представителями отрасли. В результате этой инициативы появился единый перечень VDMA24389 «Струйная техника – установки для струйной обработки сухим льдом – требования техники безопасности». В этой технической спецификации описаны



**ДОКТОР МАРТИН РИСТЕР ВОТ УЖЕ 10 ЛЕТ ВОЗГЛАВЛЯЕТ ОТДЕЛЕНИЕ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ СОЮЗА МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ ГЕРМАНИИ (VDMA). ОН ТАКЖЕ ЯВЛЯЕТСЯ ГЕНЕРАЛЬНЫМ СЕКРЕТАРЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ. РАНЕЕ МАРТИН МНОГО ЛЕТ РАБОТАЛ НА РУКОВОДЯЩИХ ДОЛЖНОСТЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО КОМИТЕТА ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ.**



Фото. 1  
Технология струйной обработки сухим льдом используется для очистки форм для изготовления автомобильных шин



Фото. 2  
Масляные и жировые загрязнения удаляются быстро и без остатка



Фото. 3.  
Очистка поверхностей сухим льдом в промышленном объеме очень эффективна и значительно экономит время

характерные для технологии обработки сухим льдом опасности и исходящие из этого требования, предъявляемые к конструкции установок для обработки гранулами сухого льда и условия их безопасной эксплуатации.

Самой существенной угрозой при обработке сухим льдом являются возможное удушье и шумовая нагрузка. При автоматизированных процессах струйной обработки эти проблемы можно решить с помощью конструктивных решений. Но в случае мобильного использования метода от обслуживающего персонала требуется соблюдение целого ряда требований техники безопасности. В подобных случаях нельзя обеспечить полную безопасность при помощи конструктивных особенностей установок, поэтому обязательным для персонала является использование персональных средств противохимической защиты. Этот перечень средств защиты включает в себя:

- **перчатки** для защиты рук от ожогов сухим льдом;
- **защитные очки** или щитки, а также защитную одежду, необходимые в случае контакта с частица-

ми, движущимися с очень высокой скоростью (поток гранул сухого льда или удаляемыми частичками загрязнений);

- **пылезащитную маску**, которая может потребоваться в случае сильной запыленности;
- **средства защиты органов слуха** для обслуживающего персонала и специалистов, находящихся рядом в зоне досягаемости. В противном случае очень высокий уровень шума может повредить слуху.
- **независимую от системы циркуляции воздуха защиту органов дыхания**, если превентивных мер будет недостаточно. Также необходимо информировать сотрудников, которые находятся рядом с рабочей зоной. Весь персонал нужно проинформировать о начале и окончании работ с двуокисью углерода. Перед началом работ необходимо определить зону потенциальной опасности, где может возникнуть высокая концентрация CO<sub>2</sub> (что может вызвать затруднение дыхания), продолжительное воздействие шума и присутствие вредных для здоровья веществ, оградить эту зону и разместить предупреди-

тельную информацию о проведении работ с двуокисью углерода.

Особого внимания при оценке потенциальной опасности требуют работы, ведущиеся в подвалах и шахтах, где особо велика опасность наступления удушья. В зависимости от конструктивных условий эти участки могут находиться за пределами самой рабочей зоны. Доступ к этим участкам должен быть, естественно, также защищен.

С использованием правильной техники и экспертизы технология очистки поверхности сухим льдом является одним из самых безопасных и хорошо контролируемых методов обработки поверхности. Обработка методом сухого льда способствует повышению эффективности процесса производства и технического обслуживания, что позволяет квалифицировать этот метод как производственную технологию первостепенной важности. ■