

Выбор стеллажной системы индивидуален, и, прежде всего, зависит от характеристики груза. В архивном помещении – это бумажные документы, которые предварительно упакованы в коробки. Если размеры груза не изменны, лучше всего использовать стеллажи карусельного типа. Но ведь существует вероятность того, что коробки с документацией будут разных размеров, тогда лучше всего использовать стеллаж лифтового типа, т. к. его конструкция обеспечивает работу с объектами различных объемов.

Стеллажи лифтового типа могут иметь несколько рабочих окон и размещаться на нескольких уровнях (этажах). Стеллаж карусельного типа также может быть смонтирован на разных этажах здания. Обе конструкции являются автоматизированными и позволяют надежно защитить документацию вследствие размещения внутри конструкции специальных охранных систем и средств защиты.

**Заключение.** Проанализировав две автоматизированные стеллажные конструкции – лифтового и карусельного типа, можно сделать вывод о том, что для высокоэффективной и ритмичной работы архива наиболее подходящим будет стеллаж лифтового типа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закон «Об архивном деле и делопроизводстве в Республике Беларусь», статьи 18 – 20, 24, приложение 1.1.

2. Давыдова, Э. Организация работы архива / Э. Давыдова // Архивы и делопроизводство. – 2005.

3. Чигринова, Н.М. «Складское оборудование». Курсовая работа. Учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 20 03 «Торговое оборудование и технологии». / Н.М. Чигринова, В.Н. Жуковец – Минск: ФУ Аинформ, 2015. – 40-48 с.

4. Журнал практической логистики [Электронный документ]. – Режим доступа: <https://sitmag.ru/article/9547-paternostery-i-liftovye-stellaji-h-nel-avtomatizirovannye-sistemy-hraneniya-dostupno-i-vygodno.pdf>–Дата доступа: 13.05.2020.

УДК 62.119

#### ИННОВАЦИИ В ДОВОДОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

*А.С. Шалыгин, студент группы 10506118 ФММП БНТУ,  
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Н.М. Чигринова*

*Резюме – В статье изложены основные понятия о доводке, современные материалы, используемые при доводке, приведена информация об инновациях в доводочных технологиях. Отражены положительные качества инноваций доводочных технологий и область их применения.*

*Summary – Out lines the basic concepts of tweaking, relevant materials used in tweaking, information on innovations of tweaking technologies (honing).*

*The positive qualities of innovations of tweaking technologies and the field of their employment are reflected.*

**Введение.** При обработке внутренних поверхностей, для которых достижение требуемых точности и чистоты поверхности весьма проблематично и трудоемко, доводочные операции осуществляются посредством хонингования.

**Основная часть.** Осуществляя хонингование, технологическую процедуру уменьшения погрешностей формы отверстий, образования меньших отклонений и значений шероховатости, требуется формирование микропрофиля, который по сути представляет собой сетку на поверхности изделия, подвергнутого обработке (рисунок 1). Подобный профиль необходим для более длительного сохранения смазочных материалов при работе механизмов (например, гидравлических систем или двигателя внутреннего сгорания).

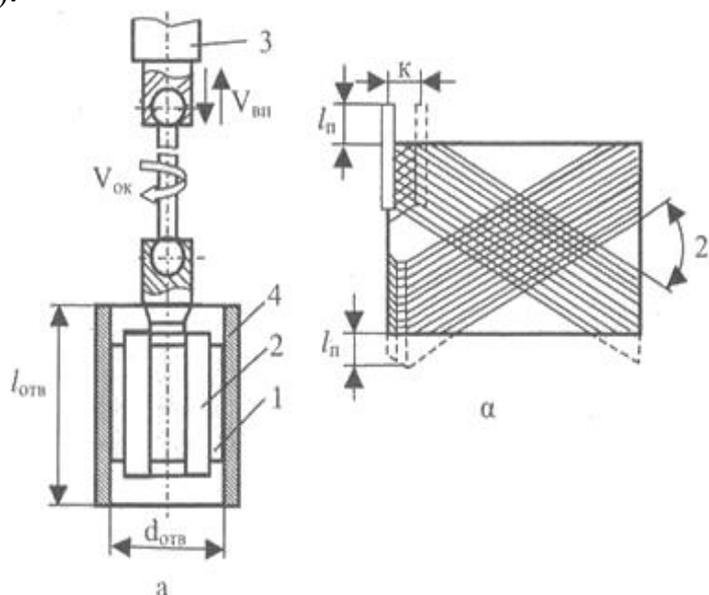


Рисунок 1 – Схема процесса хонингования

Источник: [1]

При хонинговании поверхность будущей детали обрабатывается специальными брусками с нанесенными на их поверхность мелкими абразивными зернами, удерживаемыми связкой [1, 2]. Бруски создают из электрокорунда или карбида кремния, в основном, на керамической связке. Их устанавливают в хонинговальной головке – хоне, которая является режущим инструментом (рисунок 2). Данный инструмент вращается и, в то же время, возвратно-поступательно перемещается вдоль оси отверстия (рисунок 3).



Рисунок 2 – Хонинговальная головка  
Источник: [1]



Рисунок 3 – Хонингование отверстия

С целью обеспечения высокого показателя чистоты и гладкости поверхности при осуществлении процесса хонингования (рисунок 4) требуется правильно назначать скорости поступательного и вращательного движений, которые оказывают влияние на направление штрихов обработки, полученных после комбинированного движения.



Рисунок 4 – Качество поверхности после хонингования  
Источник: [1]

Угол скрещивания таких штрихов должен быть в диапазоне  $40-70^\circ$ . Соотношение скоростей данных движений определяет условия резания и составляет  $1,5 : 10$ . Такая схема обработки превосходит привычное внутреннее шлифование по нескольким параметрам: упругий отжим инструмента отсутствует, вибрация наблюдается не так часто, процесс резания осуществляется более плавно. Крайние верхнее и нижнее расположения абразивных брусков устанавливаются так, что возникает так называемый перебег. Он нужен для получения образующих отверстий прямолинейными при неравномерном износе брусков. Осуществляя вращательное движение, абразивные бруски при очередном двойном ходе начинают резание с новых положений.

Бруски находятся в постоянном контакте с поверхностью, поскольку могут раздвигаться в радиальных направлениях различными механическими, гидравлическими или пневматическими устройствами

Давление брусков задается таким, как этого требует качество поверхности, и постоянно находится под контролем. Хонингование осуществляют при довольно значительном охлаждении хонингуемой зоны смазочно-охлаждающими жидкостями, чаще всего керосином. Однако, при всех до-

стоинствах процесс хонингования, не устраняет погрешности расположения оси отверстия, поскольку режущий инструмент устанавливается по профилю и направляющим отверстия.

В машиностроении и производстве инструментов, гидравлики и пневматики, а также в авиационной промышленности основной целью хонингования, как и любой операции доводки, является обеспечение минимального трения на цилиндрических поверхностях. Поэтому в сфере технологий обработки поверхности цилиндрических изделий появилась инновация – процедура лазерного структурирования [3]. Эта технология основывается на тепловой абляции, а не на снятии или резании материала. Такая обработка подразумевает собой использование мощного лазера с целью прожигания мелких углублений на цилиндрических поверхностях с целью более долгого удержания масла. В некоторых случаях цилиндрические поверхности изделий подвергаются облучению ультрафиолетовым лазером, 300 нм, 20 сек/агрегат. Такой луч способен плавить поверхность до 2 мкм в глубину (в зависимости от требований к поверхности). В итоге образуется металлопаровая плазма, из которой в область непосредственного плавления внедряется  $N_2$  – азот. По завершению подачи импульса поверхность металла моментально затвердевает, приобретая особую структуру – нанокристаллическую, обладающую очень высокими механическими свойствами. Большое процентное содержание  $N_2$  (около 18 %) наделяет обрабатываемую поверхность свойствами керамики. При высокой температуре на цилиндрической поверхности возникает нанокристаллическая плёнка из ферритридов и карбидов толщиной до 200 нм.

Данная инновация сегодня нашла применение, к примеру, в дизельных моторах. Своими подающими импульсами лазер буквально испаряет часть поверхности обрабатываемой заготовки, структурирует материал так, что образуются, так называемые, карманы, которые удерживают масло. Существует и другая полезная специфика данной инновации – весьма твёрдые (к тому же износостойкие) оплавленные кромки материала. В итоге срок службы продукции возрастает на 75 %. Например, в достаточно новом двигателе 3.0 TDI от Audi (первом моторе серийного производства, который был сделан с помощью данного инновационного процесса) поверхность цилиндров из чугуна с вермикулярным графитом обработана таким образом, что существенно понижена изношенность от трения, а также расход масла в сопоставлении с классическими двигателями. Помимо этого, снижается и потребление топлива. Такой процесс способствует уплотнению и продлению жизни поршневых колец до 50 % в сопоставлении с обычным хонингованием и привычной схемой финиширования, снижению расхода масла до 40 %, снижению появления абразивных частиц на трущихся поверхностях на 10 – 30 % и гидрокарбонатов до 20 %.

Лазер не применяется для непосредственного хонингования цилиндра или корректировки геометрии отверстия в целом, однако он формирует

особую модель углублений для удержания масла обрабатываемой поверхности цилиндра.



Рисунок 4 – Установка для лазерного структурирования  
Источник: [1]

Процесс использования такой технологии занимает 9 – 15 сек/ отверстие. На специальной установке в процессе обработки лазерный луч вращается и опускается вниз по направляющей цилиндра (рисунок 4). Такое структурирование очень хорошо зарекомендовало себя при обработке блоков цилиндров со специальным покрытием либо обработки твердых блоков цилиндров, имеющих высокую твердость поверхности.

Этот способ отлично подходит для мощных моторов, например, для дизельных или авиационных.

**Заключение.** Процесс доводки является неотъемлемой частью современного производства. Поэтому внедрение инноваций, позволяющих гарантированно обеспечивать надежную и долговременную работу комплектующих узлов и механизмов за счет получения высоких характеристик качества и размерной точности их поверхностей, сегодня весьма востребовано имеет серьезные перспективы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отделочные и доводочные виды обработки. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3344529/page:3/>.
2. Хонингование. – Режим доступа: <https://studme.org/36377/tovarovedenie/honingovanie>.
3. Лазерное хонингование. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/482733159545309721>.

УДК 65.011.56

### СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ НА СКЛАДЕ

*В.А. Шукан, студент группы 10505117 ФММП БНТУ,  
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Н.М. Чигринова*

*Резюме – В данной статье рассматривается вопрос оптимизации процессов склада и эффективности внедрения автоматизированных систем. Приводятся примеры оборудования компании «Kardex» и анализируется эффективность их применения.*