

Обработка пресс-материалов в масштабах единичного и мелкосерийного производства

С. И. Замулин, Ю. В. Максимов

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г. Москва, Россия

Аннотация: В данной работе рассматриваются достоинства и недостатки применения гидроабразивной резки для обработки не металлов. Проведено сравнение классических методов обработки (фрезерования) с обработкой концентрированными потоками энергии (гидроабразивная резка) в единичном и мелкосерийном производстве пресс-материалов на основе кремнеземного стекла (SiO_2). Описаны причины замены фрезерования гидроабразивной резкой, представлена схема насоса высокого давления и режущей головки, построен график зависимости скорости резки материала П-5-7 от толщины и количества подаваемого абразива. Представлены выводы.

Ключевые слова: гидроабразивная обработка, фрезерование, кремниевые ленты, ткани, фрезерование.

Современное машиностроение располагает большой номенклатурой деталей и с каждым днем их количество увеличивается. Так же увеличивается разнообразности материалов требующих обработки. Потребность в применении не металлических изделий обусловлено областью и условиями их применения. В качестве исследуемого материала используется П-5-7 ЛДП $\sigma_p=117$ МПа, $\rho=1,4-1,7$ г/см³, массовая доля связующего 33-40%. Обработка не металлических материалов, изготовленных на основе фенолоформальдегидного связующего и кремниевых лент или ткани, имеет свои сложности. Материал П-5-7 применяется кратковременно в условиях высоких температур. При температуре 300-350°C происходит деструкция материала с выделением фенола, альдегидов, аммиака, окиси углерода и др.

В единичном и мелкосерийном производстве изготовление штампов для прессования деталей из пресс-материалов экономически не оправданно. Обработка фрезерованием имеет свои недостатки: необходимость в наличии специализированного дорогостоящего оборудования с системой вентиляции и алмазного дорогостоящего режущего инструмента (≈ 35 т.р.), поскольку простой твердосплавный инструмент имеет маленький период стойкости, а из-за слоистой структуры резка изношенным инструментом приводит к расслаиванию, разломачиванию, прижогам – что является браком и не допустимо. Это связано с особенностью материала, его низкая теплопроводность приводит к пере-

греву режущего инструмента и быстрой потере своих режущих свойств. Фрезерование целесообразно применять при маленьких объемах срезаемого материала и для чистовых операций. В таких случаях гидроабразивная резка является незаменимым способом обработки, поскольку лазерная резка позволяет разрезать только листы небольшой толщины.

Гидроабразивная резка – технология резания, в которой режущим инструментом выступает абразивный материал разгоняемый водой до сверхзвуковой скорости (900-1200 м/с). Вода из фильтрационного оборудования ведётся шлангами в мультипликатор, где повышается её давление до 4100 бар, (6000 бар). Высокоскоростная вода ведётся в выравнивающий цилиндр - который глушит гидр.перепады в трубопроводе. За этим цилиндром находится выход воды во входной трубопровод к месту резки.

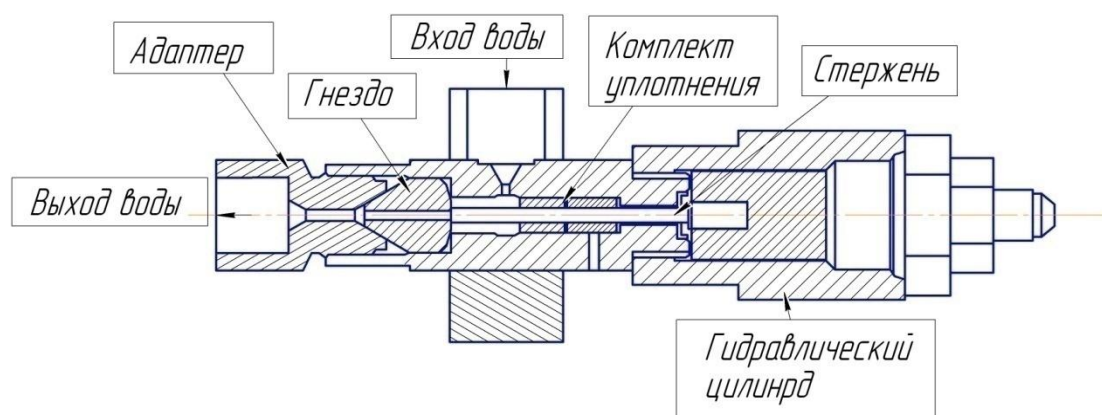


Рис. 1. Схема насоса высокого давления

Смесь подается под высоким давлением (3000-6000 бар) чаще всего, через сопло \varnothing 0.5-1.5 мм. Это аналог природного процесса – водной эрозии, только протекающий ускоренно. Гранатный песок отличается высокой твердостью 7.5 — 8.0 по шкале Mohs и прочностью от 6 до 10 циклов. Он является очень чистым материалом с идеальной формой зерна и, что важно, не образует искры в момент абразивоструйной обработки. Этот материал природного происхождения, представляет из себя остроконечные измельченные минералы — это если добыча осуществлялась путем перемалывания горной породы или округлой овальной формы — если добывались на берегу моря или карьера. Величина зерна составляет от 0.1 до 0.3 мм (100-300 мкм).

Режущую струю фокусирует трубка, выполненная из сверхпрочного сплава рисунк 2.

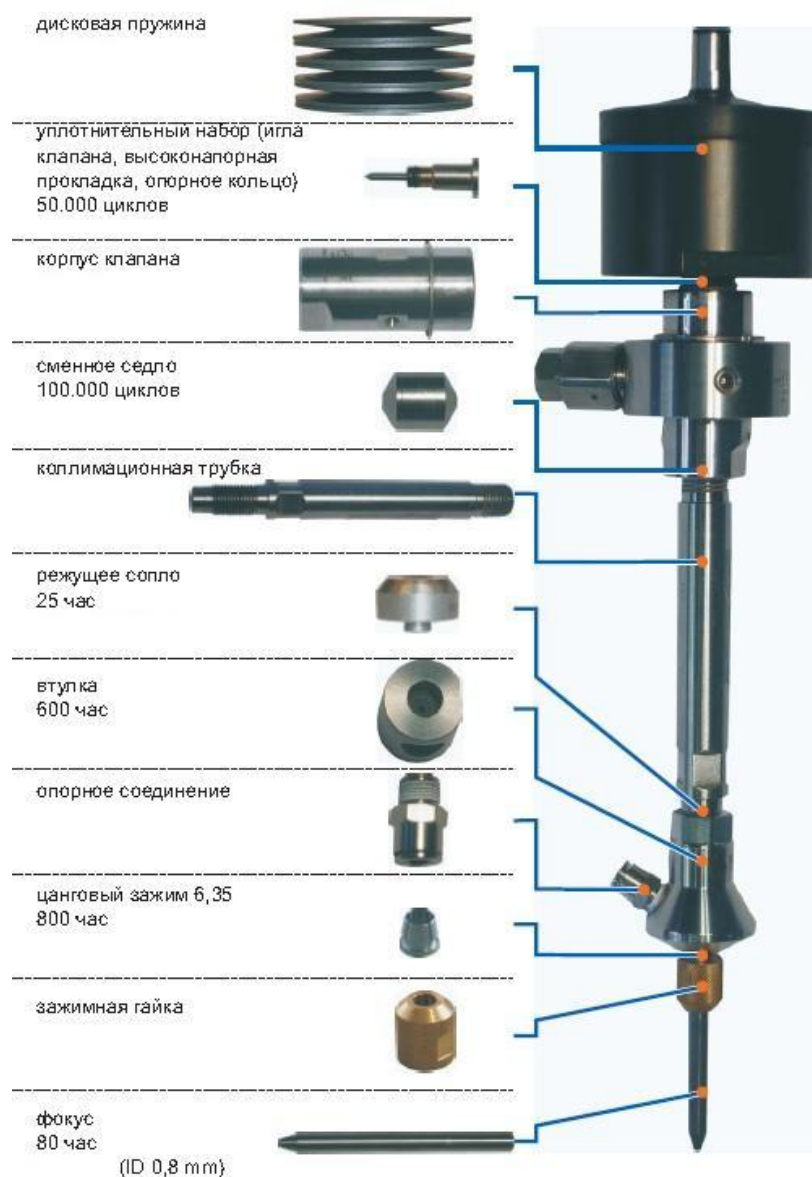


Рис. 2.Режущая головка установки ГАР

Неоспоримыми достоинствами гидроабразивной резки являются:

1. технологичность процесса – резку и сверление можно выполнять одним инструментом,
2. установка двух и более режущих головок позволяет снизить время на обработку,
3. высокая степень автоматизации (производить раскрой сложной формы и конфигурации с наклоном режущей головки до $\pm 60^\circ$),
4. хорошее качество кромки среза (высокая степень шероховатости до Ra 0,5-1,5),

5. при резке тепло практически не выделяется – что является безопасным (генерируемая пыль практически устранена),
6. универсальность обработки разных материалов и толщин без замены режущего инструмента,
7. отсутствие надобности заточки режущего инструмента,
8. небольшая ширина реза - позволяет экономить дорогостоящие материалы,
9. высокая скорость резки в сравнении с аналогичными способами.

График зависимости скорости резки материала П-5-7 из разных толщин от количества подаваемого абразива

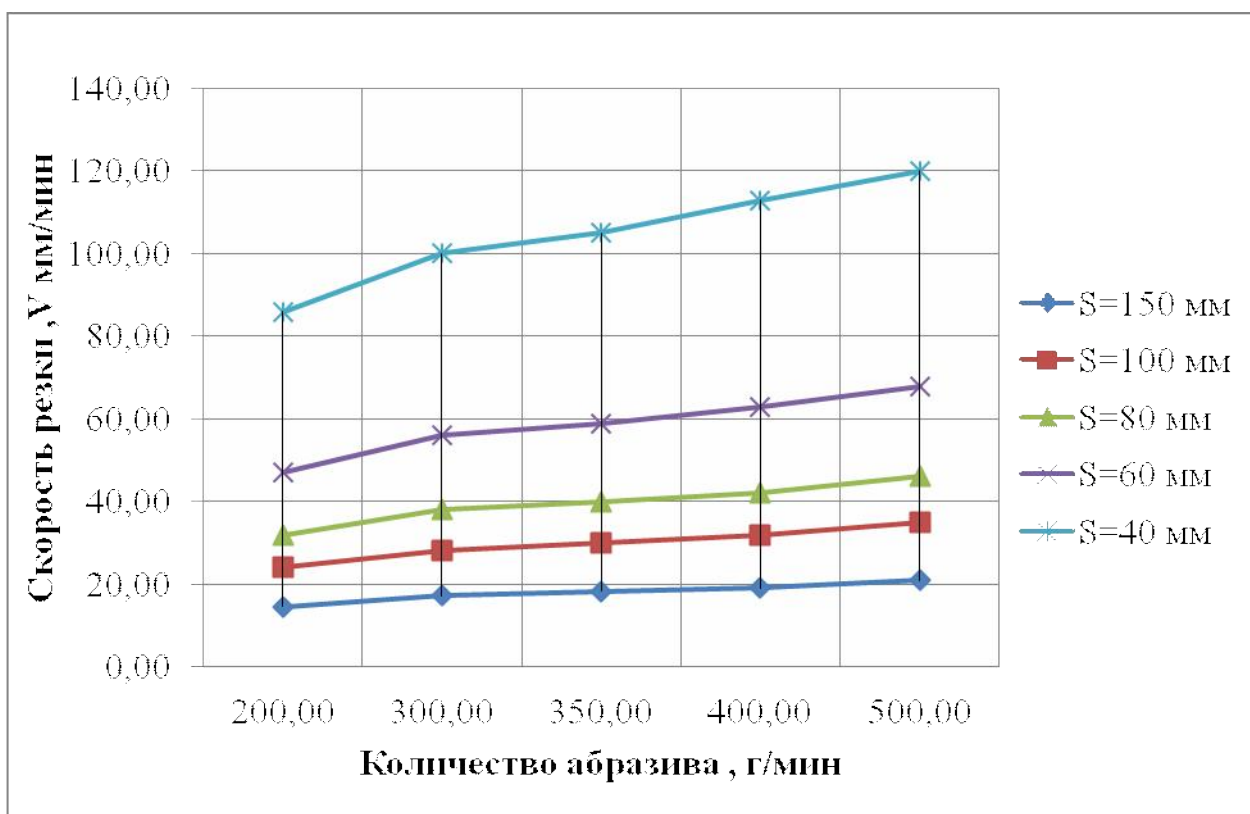


Рис. 3

При проведении расчетов брались значения: давление насоса 3800 бар, диаметр фокусирующей трубки 1.02, гранатный песок MESH 80 зернистостью 150-300 мкм, расход воды 3.8 л/мин, получаемая шероховатость Ra6,3.

К недостаткам гидроабразивной резки относятся:

- высокая стоимость оборудования,

- высокая стоимость гранатного песка,
- наличие станции подготовки воды (станок режет только очищенной водой, без солей и минералов),
- периодическая замена прокладок высокого давления.

Выводы

Для больших партий деталей (больше 10000 шт.) лучше всего подойдет изготовление намоткой или прессованием. При обработке небольших партий деталей из неметаллов более быстрым, экономически целесообразным и высокопроизводительным методом по сравнению с фрезерованием, является ГАР. Высокая стоимость песка и установки ГАР оправдана скоростью резки, возможностью обработки большого диапазона материалов и толщин (вплоть до 300 мм) и высоким качеством обрабатываемой поверхности.

Список литературы

1. Барсуков Г.В., Тюхта А.В., Журавлева Т.А., Исследование разрушения многослойных неметаллических материалов под действием сверхзвукового потока абразивных частиц // Конструкторско – технологическое обеспечение качества изделий машиностроения: Материалы региональной заочной научно-практической конференции, 21-22 ноября 2013 г., г. Ливны.- Орел: ООО ИД «Орлик», 2014.-С.43-49
2. Барсуков Г.В., Михеев А.В., Журавлева Т.А. Повышение эффективности гидроабразивного резания многослойных материалов // Региональная научно-практическая конференция им. А.Г. Шипунова: Материалы региональной научно-практической конференции, 26 февраля 2014 г., г. Ливны – Орел: ОООИД «Орлик», 2014.-С.46-51.
3. Тихомиров, Р.А. Гидрорезание неметаллических материалов/ Р.А. Тихомиров, В.С. Гуенко.-К.: Техніка,1984, 150с.

Максимов Юрий Викторович –

Доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой «АССИ»

Московского государственного
машиностроительного университета (МАМИ)

Замулин Сергей Иванович–

аспирант кафедры «АССИ»

Московского государственного
машиностроительного университета (МАМИ)