

УДК 672

**К. С. Сидоров**, студент,

Научный руководитель: **М. С. Островский**, д.т.н., проф., Московский государственный горный университет

E-mail: [kaftmr@msmu.ru](mailto:kaftmr@msmu.ru)

## **Повышение эффективности обработки корпусных деталей горных машин за счет применения резьбонарезных манипуляторов**

*Рассмотрены преимущества выполнения операций резьбонарезания с применением резьбонарезных манипуляторов.*

**Ключевые слова:** резьбонарезание, метчик, корпусная деталь, резьбонарезной манипулятор.

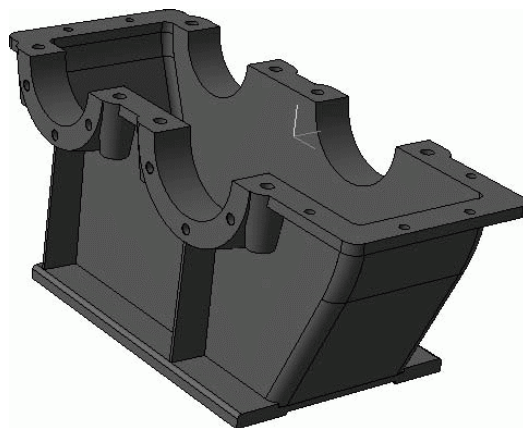
**K. S. Sidorov,**

## **Increased Efficiency in the Processing of Body Parts of Mining Machines through the Use of Threading Manipulators**

*The advantages of tapping operations with the use of thread-manipulators.*

**Keywords:** Threading, tap, case detail, threading manipulator.

В горной промышленности достаточно большую долю от общего числа деталей машин и различного оборудования, занимают корпусные детали. Такие как картера, корпуса и крышки редукторов, двигателей, насосов, моторов, и т.д.



**Рис. 1. Корпус редуктора**

В настоящий момент, в России, обработка корпусных деталей резанием ведется на обрабатывающих центрах и станках с ЧПУ, автоматических линиях. Данное оборудование используется в крупносерийном и массовом производстве. Корпусные детали, изготовлению, которых присущи серийное, мелкосерийное и единичное производства, обрабатываются на универсальном оборудовании, резьбы же режутся вручную.

Корпусные детали, как правило, обладают большим количеством резьбовых крепежных отверстий. Внутренние резьбы нарезаются метчиками из быстрорежущей стали. При обработке резьбовых отверстий на станках, время, затрачиваемое на нарезание внутренних резьб занимает от 10 до 35% от общего времени обработки резанием детали. А при нарезании резьб на слесарном участке вручную комплектными метчиками от 35% и выше.

На сегодняшний момент, скорости резания при обработке материалов превысили, практически для всех инструментов, отметку в 100 м/мин. Более того, «нормальной» скоростью резания считается скорость 200 м/мин. Исключением являются только метчики, по-прежнему нарезающие резьбу в деталях на скоростях до 15 м/мин (для метчиков без покрытия) или до 30 м/мин (для метчиков с износостойкими покрытиями). Метчики являются самым медленным инструментом для обработки резанием.

Поэтому данная операция является наименее производительной, другими словами – самой медленной, в сравнении с любой другой операцией, при обработке корпусных деталей резанием.

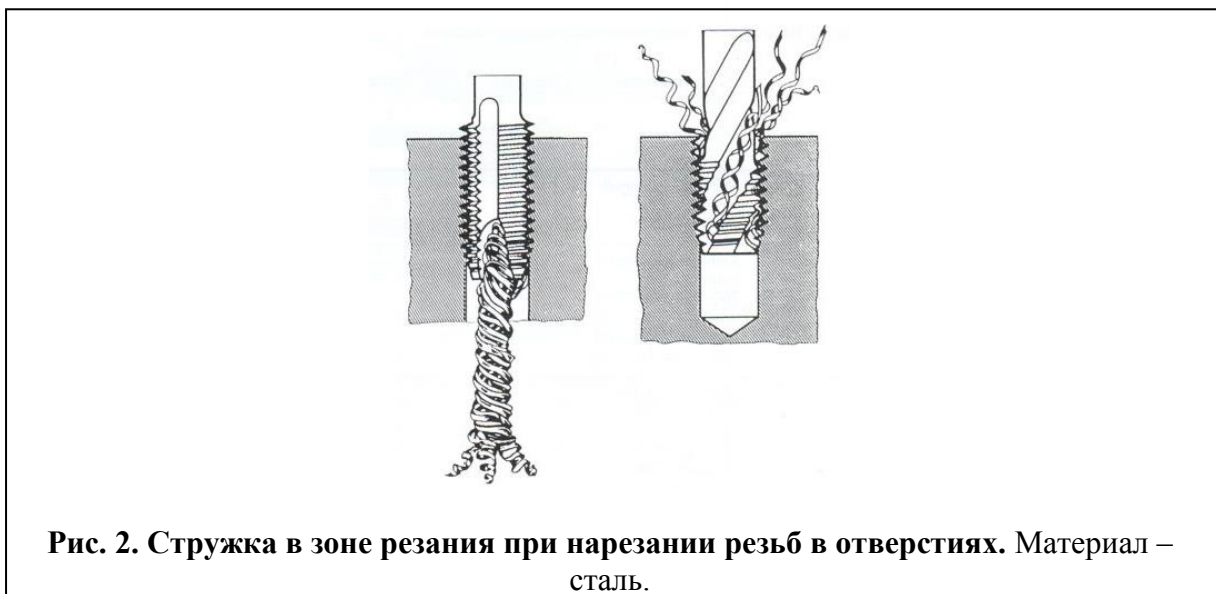
Таким образом, для крупносерийного производства возникает задача, либо повышения производительности операции резьбонарезания, с целью уменьшения времени обработки на станках с высокой стоимостью станко-часа, либо экономически обоснованный перевод этой операции на обработку вне станка. А для серийного, мелкосерийного и единичного производства упрощение ручного труда, снижение брака за счет автоматизации ручного труда.

Задачу повышения производительности на станках, с высокой стоимостью станко-часа можно решить с помощью внедрения сравнительно недавно, появившихся метчиков из твердого сплава.

Быстрорежущая сталь обладает прекрасной прочностью и вязкостью, но, по сравнению с твердым сплавом, более низкой твердостью. Более того, твердость быстрорежущей стали снижается с увеличением температуры. Применительно к процессу резания это означает, что с увеличением скорости резания и соответствующим повышением температуры в зоне контакта инструментального и обрабатываемого материала, режущие свойства быстрорежущей стали снижаются из-за снижения её твердости. На практике инструменты из твердого сплава могут работать на скоростях резания, в четыре и более раз превышающих граничные скорости резания

для быстрорежущей стали и при этом обладают более высокой стойкостью. В то же время более низкая вязкость разрушения (т.е. способность противостоять возникновению трещин) твердого сплава, по сравнению с быстрорежущей сталью, ограничивает его применение к нарезанию резьбы метчиком.

Особенно это относится к обработке стальных материалов, так как в этом случае ситуация ухудшается тем, что длинная стружка остается в стружечных канавках и увеличивает тем самым нагрузку на режущие кромки, что в последствии ведет к их выкрашиванию (рис. 2). Во многом из-за этого на сегодняшний день твердосплавные метчики применяются только для обработки более легких с точки зрения резания материалов – чугуна и алюминиевых сплавов.



**Рис. 2. Стружка в зоне резания при нарезании резьб в отверстиях. Материал – сталь.**

Однако существует еще одна технологическая проблема применения твердосплавных метчиков. Дело в том, что любой твердосплавный инструмент успешно работает только в условиях жесткости всей технологической наладки.

Так же при нарезании резьбы метчиком на станке необходимо обеспечивать соответствие скорости подачи и шага метчика при обработке. Кроме того, если на станке нет функции «жесткого» резбонарезания (или по другой терминологии «синхронного»), отсутствие согласования шпинделя и осевого перемещения приводит к тому, что подача прекращается быстрее, чем останавливается шпиндель. В результате метчик продолжает вращаться, что приводит к поломке любого метчика. Поэтому используют специальную оснастку – резбонарезные патроны с компенсацией (рис. 3). Метчики из быстрорежущей стали в таких условиях работают хорошо, а вот применение твердосплавных метчиков практически полностью исключается.



**Рис. 3. Резьбонарезные патроны с компенсацией**

К сожалению, оборудования с функцией «жесткого» резьбонарезания, в этом секторе производства, достаточно мало, поэтому повышение производительности обработки внутренних резьб твердосплавными метчиками будет носить исключительно частный характер, но не будет гарантировать стабильного результата.

Следовательно, повышение производительности, снижение затрат на обработку резьбовых отверстий путем внедрения твердосплавных метчиков практически исключается.

Задача по снижению себестоимости обработки корпусных деталей при снятии операции со станков с ЧПУ, с высокой стоимостью станко-часа, решается путем внедрения в производство резьбонарезных манипуляторов.

Автоматизация ручного труда обработки резьб, на участках слесарной обработки, при серийном, мелкосерийном и единичном производстве решается так же применением резьбонарезных манипуляторов (рис. 4).



**Рис. 4. Резьбонарезной манипулятор**

Основой конструкции резьбонарезных манипуляторов является пантограф. Привод инструмента крепится к руке манипулятора, состоящей

из двух или трех рычагов. Данная конструкция обеспечивает движение без перекосов оси патрона во всей рабочей зоне. В результате гарантируется взаимная параллельность резьбовых отверстий в каждой обрабатываемой плоскости.

Смена режущего и вспомогательного инструмента (модулей, вставок, метчиков (рис. 5)) происходит быстро и легко благодаря принципу быстросменных соединений. Общий вес исполнительного органа, закрепленного на конце руки манипулятора, уравнивается за счет регулирования усилия демпфера. Таким образом, даже при весьма тяжелом инструменте (например, метчики M18-M20) вес в руке рабочего весьма незначителен.

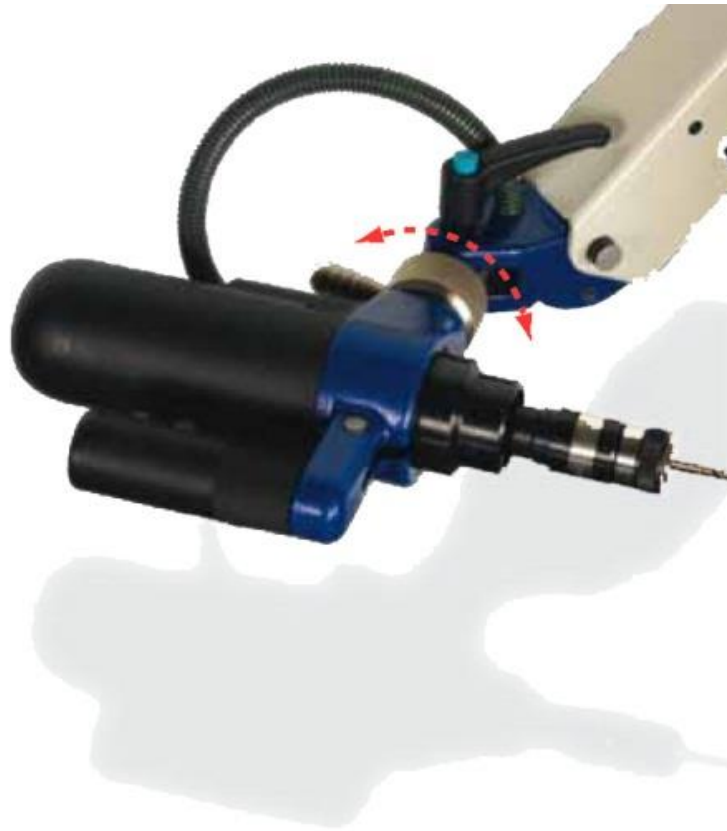


Существует несколько исполнений привода вращения инструмента: пневматический, гидравлический и электрический.

Принцип действия резьбонарезных манипуляторов весьма прост. Режущий инструмент крепится в патрон с помощью системы быстросменных модулей и вставок. Рабочий направляет руку манипулятора к уже заранее подготовленному отверстию, устанавливает инструмент в начальное положение. При нажатии и удержании ручки-рычага на корпусе привода инструмент начинает вращаться. Для нарезания первого витка резьбы необходимо небольшое усилие руки. Далее инструмент самозатягивается по резьбе, что, соответственно, уже не требует усилий от рабочего. После нарезания необходимой длины резьбы оператор включает реверс нажатием кнопки во второе положение, включается реверс и инструмент выкручивается на тех же режимах, а если конфигурация позволяет, то, на усмотрение оператора, на более высоких или низких режимах.

Пневматические и электрические резьбонарезные манипуляторы покрывают достаточный диапазон резьб для поставленной задачи: от M2 до M33 по сталям и от M2 до M42 по более легкообрабатываемым материалам (чугун, алюминиевые сплавы), гидравлические позволяют

обработку резьб до М100. Обработка ведется современными метчиками/плашками. Обработку можно вести не только в вертикальном положении, но и под любым углом (рис. 6), что позволяет свести к минимуму перебазирование заготовки (рис. 7). Установка манипулятора не требует обязательного крепления к верстаку. Резьбонарезные манипуляторы являются, в том числе, мобильными средствами, установив манипулятор на передвижные средства, позволяющие не перебазировать крупногабаритную заготовку, а перемещать манипулятор вокруг заготовки. Так же его мобильность позволяет перемещать манипулятор в любую точку участка. Установив манипулятор на передвижное средство, оснащенное подъемником, появляется возможность обработки резьбовых отверстий в достаточно большом диапазоне по высоте.



**Рис. 6. Схема поворота головы на 360°**





**Рис. 7. Резьбонарезные манипуляторы в работе**

Применение резьбонарезных манипуляторов в крупносерийном производстве позволяет:

- Разгрузить станки с высокой стоимостью станко-часа
- Снизить себестоимость изготовления корпусных деталей
- Повысить производительность участка в целом
- Получить высокое качество резьбы

Применение резьбонарезных манипуляторов в серийном, мелкосерийном и единичном производстве позволяет:

- Автоматизировать процесс обработки
- Значительно облегчить труд рабочих
- Повысить производительность обработки
- Применять современный машинный инструмент
- Снизить брак
- Повысить качество резьбы

#### **Список литературы**

1. **В. А. Аршинов, Г. А. Алексеев** Резание металлов и режущий инструмент

2. **Нахова Т. М.** // «Стружка». Группа Технополис