

КОНСТРУКТОРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ШЛИФОВАНИЯ

Дудин А.Т., Новиков Ф.В., докт. техн. наук
(г. Евпатория, г. Харьков, Украина)

The developed technical decisions on design maintenance of new technologies of grinding are given.

Шлифование заслуживает все большего внимания, т.к. в большинстве случаев является окончательным видом обработки. В настоящее время только в машиностроении применяется и обрабатывается свыше 5 тысяч металлических сплавов, большое количество пластмасс, органических, керамических и других

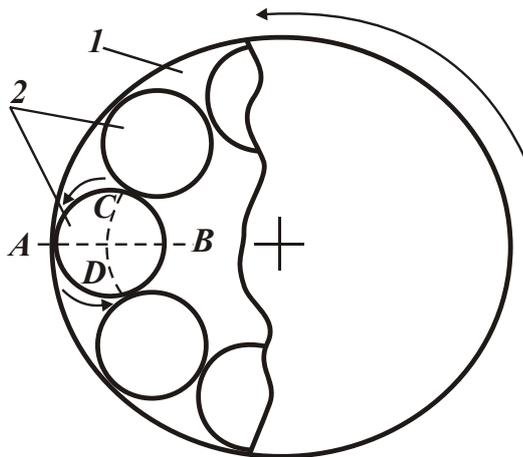


Рис. 1. Схема шлифования чашечными или тарельчатыми кругами: 1 - вращающийся несущий диск; 2 - чашечные или тарельчатые круги.

материалов. Для их обработки используется большое количество различных видов шлифовального инструмента. Однако схемы шлифования остаются традиционными. Поэтому для повышения производительности обработки необходимы новые конструкторские решения и новые технологии, некоторые из которых рассмотрим ниже.

На рис. 1 показана схема шлифования чашечными или тарельчатыми кругами. Рассмотрим особенности обработки по данной схеме. Чашечные или тарельчатые круги вращаются через планетарную передачу в ту же сторону, что и несущий диск. Какие новые технологии можно получить из такой конструкции?

На чашечном или тарельчатом круге точка А движется со скоростью, равной сумме скорости вращения диска и собственной скорости вращения круга. Точка В движется со скоростью вращения, равной разнице скоростей несущего диска и собственно скорости вращения круга. Скорости движения точек С и Д равны скорости вращения несущего диска.

Если сравнить скорости движения точек А и В, то очевидно, они могут значительно отличаться, хотя при определенных условиях и направлены в одну сторону. Скорости движения точек С и Д равны, но всегда направлены в разные стороны.

При такой схеме обработки скорость круга от точки к точке постоянно изменяется с ускорением, что очень важно при обработке. Если рассмотреть движение точек одного круга, то точка С образует риски в одну сторону, а точка Д - в другую, т.е. идет встречное резание, которое осуществляется на ближайших точках соседних кругов. Встречное резание очень эффективно при шлифовании. Такая схема позволяет осуществить прерывистое и встречное шлифование одновременно при разных скоростях и разных ускорениях. Возможно так же одновременное применение чашечных и тарельчатых кругов через один, если они конструктивно совместимы и обеспечивают требуемые

условия обработки.

Рассмотрим новые схемы шлифования чашечными или тарельчатыми кругами. Количество чашечных или тарельчатых кругов может быть от 2 до 24 и более. Все зависит от конкретных условий обработки и конструкции несущих дисков. В дальнейшем, чтобы не размножать однотипных схем, некоторые технологические схемы могут одновременно рассматриваться для шлифования чашечными (тарельчатыми) или плоскими кругами прямого профиля. Для этого одну и ту же схему будем рассматривать под буквами А, Б и т.д.

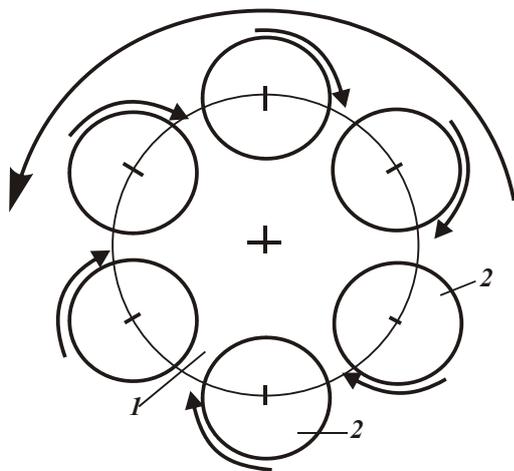


Рис. 2. Схема шлифования: 1 - вращающийся несущий диск; 2 - круг.

На рис. 2 изображена схема шлифования чашечными или тарельчатыми кругами (А) и плоскими кругами прямого профиля (Б). В отличие от схемы, показанной рис. 1, круги на несущем диске

вращаются навстречу вращению несущего диска.

На схеме, показанной на рис.3, чашечные или тарельчатые круги (А), также как и плоские круги прямого профиля (Б), попарно вращаются навстречу друг другу.

На схеме, показанной на рис. 4, половина чашечных или тарельчатых кругов (А), также как и плоских кругов прямого профиля (Б), вращается в одну сторону, а другая половина - в другую.

На рис. 5 центральный круг вращается в сторону вращения несущего диска.

На рис. 6 центральный круг вращается в сторону, противоположную вращению несущего диска.

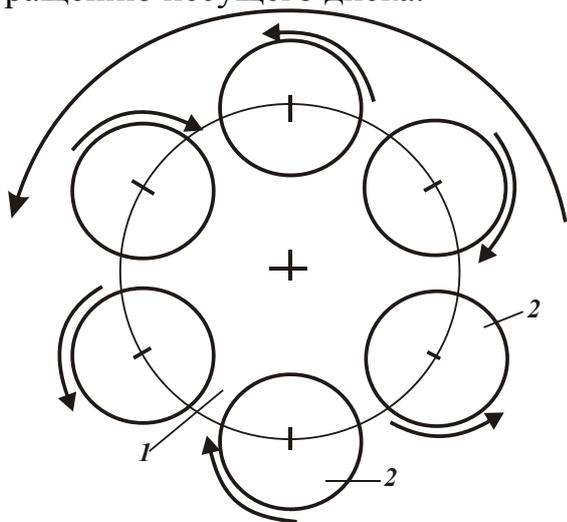


Рис. 3. Схема шлифования: 1 - вращающийся несущий диск; 2 - круг.

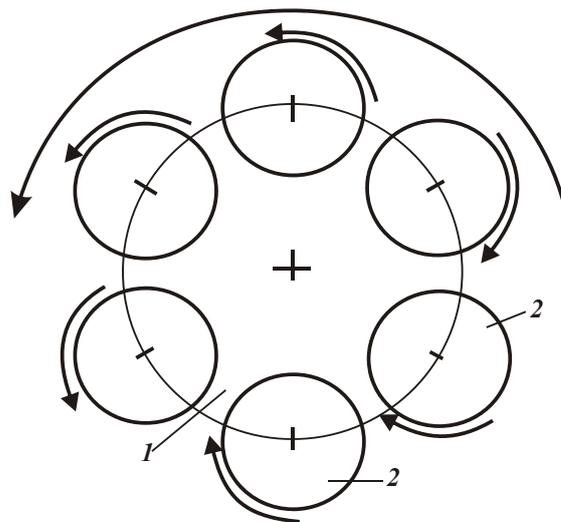


Рис. 4. Схема шлифования: 1 - вращающийся несущий диск; 2 - круг.

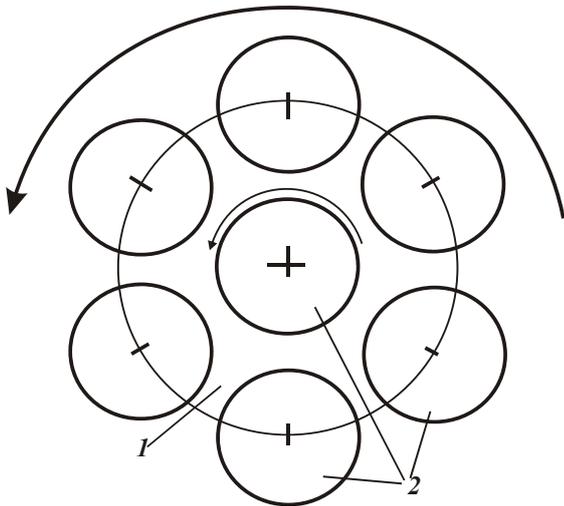


Рис. 5. Схема шлифования чашечными или тарельчатыми кругами с кругом в центре: 1 - вращающийся несущий диск; 2 - круг.

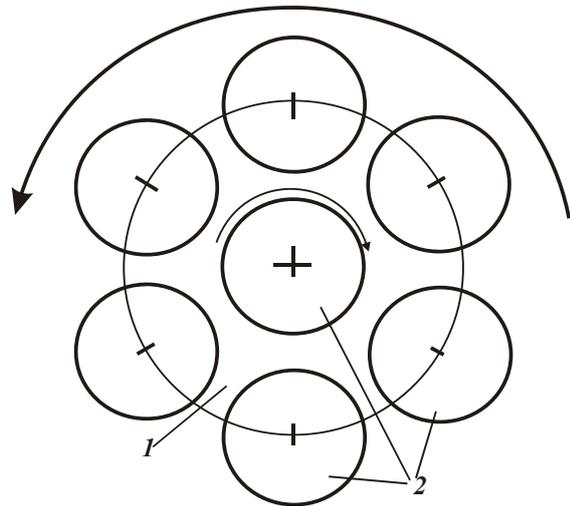


Рис. 6. Схема шлифования чашечными или тарельчатыми кругами с кругом в центре: 1 - вращающийся несущий диск; 2 - круг.

Комбинации этих схем шлифования позволят получить оптимальные варианты обработки разных материалов. Диаметры кругов так же могут быть разными. Разные скорости обработки, направления вращения и направления перемещения по структуре материала изменяют характер обработки. Если эти схемы шлифования подвергнуть ультразвуковым воздействиям или другим источникам дополнительной энергии, то можно значительно расширить технологические возможности обработки, увеличить ее производительность. Ультразвуковые воздействия по приведенным схемам шлифования можно применять как к каждому отдельному кругу, так и к вращающемуся несущему диску или к отдельным кругам и диску, или ко всем кругам и диску одновременно. К таким схемам можно применять все известные другие технологические новшества при шлифовании, например, электроэрозионную обработку и т.д. Схемы дают разнообразие технологических приемов. Возможно вращение одного несущего диска без вращения кругов на нем или фиксация кругов через один. Возможен и другой вариант: вращение кругов без вращения несущего диска.

Схемы шлифования плоскими кругами прямого профиля. Схемы шлифования плоскими кругами прямого профиля заслуживают особого внимания, т.к. обеспечивают существенное увеличение производительности труда, позволяют вывести шлифование на качественно новый уровень, обрабатывать материалы повышенной твердости с применением новейших технологий и сверхскоростей.

Плоский круг прямого профиля традиционно изготавливается как монолитный, но его можно изготовить сборным из нескольких таких же кругов (рис. 7). Какие это дает преимущества перед обыкновенным монолитным кругом? Если сравнить диаметр вновь набранного круга на несущем диске и обыкновенный плоский круг такого же диаметра и высоты, то оказывается, что рабочая площадь набранного круга может в несколько раз превышать рабочую площадь на обыкновенном круге. А это значит, что режущие зерна на круге при выполнении одной и той же работы будут меньше изнашиваться. Вращение кругов

через планетарную или другую передачу (с вращением несущего диска) обеспечивает совершенно новые скорости и технологические возможности шлифования. Вращение диска (так же как и вращение кругов на диске) может осуществляться как навстречу подаче заготовки, так и попутно. Вращение кругов на диске может отличаться по скорости и по направлению. В связи с различием скоростей руги будут оставлять разный след на обрабатываемой поверхности, что очень важно при рассмотрении процесса резания на уровне обрабатываемых и режущих зерен.

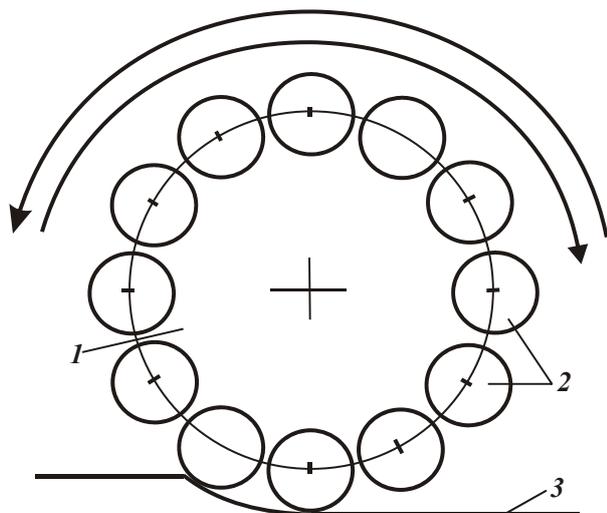


Рис. 7. Схема шлифования плоскими кругами прямого профиля: 1 - вращающийся несущий диск; 2 - плоские прямые круги; 3 - обрабатываемая поверхность.

Резание с разной скоростью одного материала приведет к образованию участков с гладкой или шершавой (рваной) обрабатываемой поверхностью, появлению сколов, вырыванию зерен и т.д. Все это будет чередоваться, а по одним и тем же обрабатываемым зернам будут проходить разные режущие зерна, оставляя на них свой след, но в другом порядке. По обе стороны рисок-царапин будут образовываться навалы неснятого материала, резание которых сопровождается меньшими энергетическими затратами. При этом происходит быстрое чередование высоких и низких скоростей резания, что естественно приведет к повышению производительности обработки.

Такие схемы шлифования располагают значительными возможностями при обработке материалов повышенной твердости, поскольку в них можно каждый круг подвергать ультразвуковым вибрациям с разной частотой и амплитудой, что способствует существенному повышению производительности обработки. Кроме того, ультразвуковые вибрации можно передавать и на диск. Чем больше движений диска и кругов, тем значительнее скорость обработки. Чем больше чередование этих скоростей, тем интенсивнее будут разрушаться зерна обрабатываемого материала и тем выше производительность обработки.

Такие схемы позволят одновременно производить прерывистое и обычное встречное и попутное шлифование на низких и высоких скоростях, получать сверхскорости, экономить материалы. Они являются воплощением новейших технических достижений при шлифовании - за ними будущее в абразивно-шлифовальной обработке. На несущем диске может быть установлено 2-24 и более кругов, в том числе и разной высоты, что внесет разнообразие в процесс шлифования. Процесс будет зависеть от многих факторов: порядка расположения кругов, направления их вращения, вибрационных перемещений и т.д. Ниже в качестве примеров приведены схемы возможных вращений несущих дисков и плоских кругов прямого профиля.

Ниже в качестве примеров приведены схемы возможных вращений несущих дисков и плоских кругов прямого профиля.

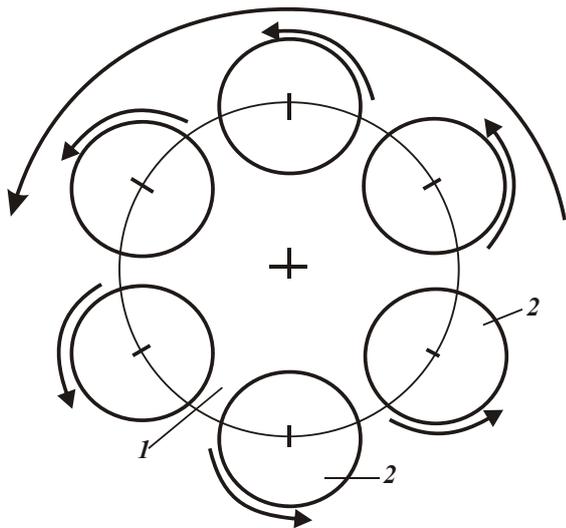


Рис. 8. Схема шлифования плоскими кругами прямого профиля: 1- вращающийся несущий диск; 2 - круги.

На рис. 8 показано, что все круги вращаются в сторону вращения несущего диска; на рис. 2 - все круги вращаются навстречу вращению несущего диска; на рис. 3 - круги попарно вращаются навстречу друг другу; на рис. 4 - половина кругов вращается в одну сторону, а другая половина кругов - в другую сторону.

Комбинации вращений могут быть и другие, например, каждый третий круг вращается в противоположную сторону и т.д. Преимущества каждой схемы надо рассматривать конкретно, учитывая структуру обрабатываемого материала и условия обработки.

Обкатка и шлифование. Совместное применение схем обкатки и шлифования может привести к положительному эффекту при обработке ряда вязких и пластичных материалов. Поэтому они представляют практический интерес.

Обкатку можно производить отдельным инструментом перед шлифовальным кругом, а также совместным инструментом для обкатки и шлифования.

Рассмотрим вначале вариант обкатки отдельным инструментом и сам инструмент обкатки. Для этого воспользуемся схемой, изображенной на рис. 7. Круги на несущем диске крепятся с помощью осей, т.е. они свободно вращаются. При вращении несущего диска и перемещении его вдоль обрабатываемой поверхности происходит ударное воздействие круга по поверхности с последующей обкаткой (по поверхности).

Рассмотрим инструмент для обкатки, изображенный на рис. 9. Корпус состоит из двух дисков. В дисках имеются специальные прорезы для передвижения осей, на которых свободно вращаются абразивные круги на специальных пластмассовых или других втулках-подшипниках. Дисковый корпус в центре имеет вал, на котором он вращается. По мере увеличения скорости вращения вала, пружины под действием центробежных сил растягиваются, что обеспечивает плавное соприкосновение с обрабатываемой поверхностью и необходимую силу давления на нее во время обкатки. Таким инструментом перед шлифованием можно обрабатывать плоские и внутренние цилиндрические поверхности. Обкатка может производиться со снятыми пружинами, когда круги во время вращения дискового корпуса находятся в крайнем положении. При таком виде обкатки круг после удара о поверхность может уходить от нее по прорези.

Возможны еще варианты обкатки, когда круги фиксируются в определенном положении, и когда круги не подтягиваются пружиной к центру, а наоборот, выдавливаются наружу. Это позволяет увеличить давление на обрабатываемую поверхность, которое будет складываться из центробежных сил и

давления пружины.

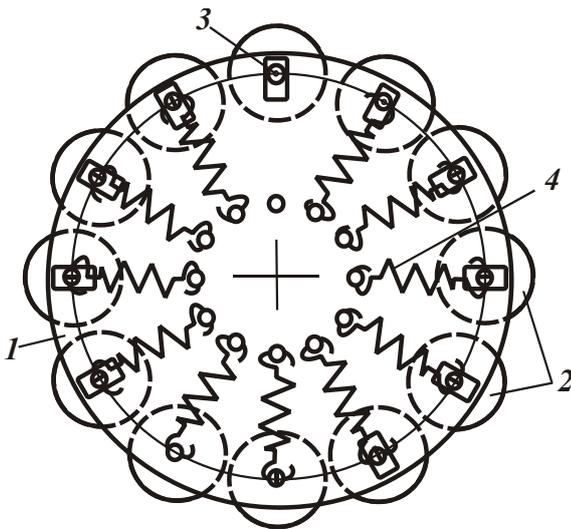


Рис. 9. Инструмент для обкатки: 1 - дисковый корпус; 2 - плоские прямые круги; 3 - ось, на которой вращаются круги; 4 - пружина.

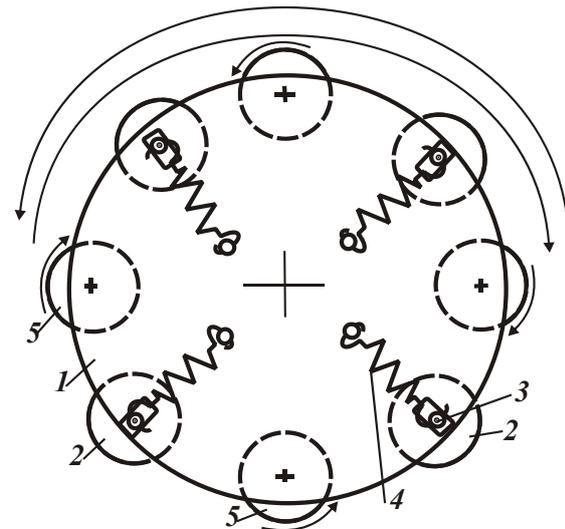


Рис. 10. Инструмент для совместной обкатки и шлифования: 1 - корпус; 2 - обкаточные круги; 3 - оси обкаточных кругов; 4 - пружины обкаточных кругов; 5 - шлифовальные круги.

Инструмент совместной обкатки и шлифования (рис. 10) может применяться отдельно для обкатки (в этом случае снимаются шлифовальные круги) и отдельно для шлифования (в этом случае снимаются обкаточные круги). Шлифовальные круги вращаются через планетарную или другую передачу в одну или разные стороны. Комбинации вращений шлифовальных кругов и работа обкатки рассматривались выше. Совместная схема обкатки и шлифования может принести положительный эффект при обработке многих материалов. Эффект можно усилить применением ультразвуковых колебаний, поворотных движений и применением других технологий. Совместная схема обкатки и шлифования может быть весьма перспективна, т.к. содержит большое количество конструктивных рациональных вариантов ее реализации. Рассмотрим еще несколько вариантов.

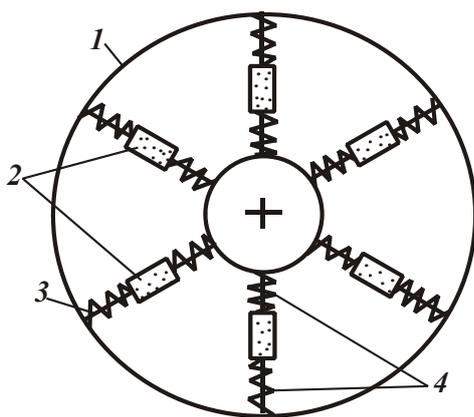


Рис. 11. Инструмент для совместной обкатки и шлифования: 1 - корпус; 2 - круг-ролик; 3 - ось, на которой вращается круг; 4 - пружины.

исследовательских и конструкторско-технологических работ.

Особенно заслуживает внимания инструмент для совместной обкатки и

В научно-технической литературе все предлагаемые инструменты и технологии, как правило, имеют новизну и перспективу патентования. Однако сам патент еще не подтверждает жизнеспособность инструмента и технологии. Только опытные образцы и испытания могут дать жизнь новым технологиям и инструменту, а для этого необходимо проводить большой комплекс научно-

шлифования, изображенный на рис. 11 и рис. 12. Поскольку длина внутренней и наружной поверхности круга разная, часть круга будет работать в режиме обкатки, а часть - в режиме шлифования.

Данный инструмент интересен тем, что оси располагаются равномерно по кругу. Это позволяет использовать на всех кругах центробежную силу. Круги свободно вращаются на оси, но поскольку длины внутренней и наружной поверхностей круга разные, то часть круга не будет выполнять обкатку, а осуществлять чистое шлифование.

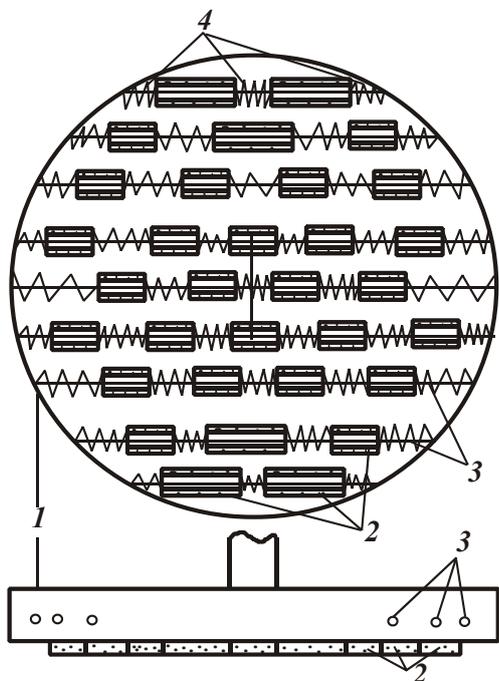


Рис. 12. Инструмент для совместной обкатки и шлифования: 1 - корпус; 2 - круг-ролик; 3 - ось, на которой вращается круг; 4 - пружины.

процесс шлифования в отличие от варианта с расположением осей, изображенных на рис. 11, где преобладает процесс обкатки.

Согласно рис. 12, за счет увеличения количества кругов процесс обкатки и шлифования проходит более интенсивно. Инструмент для совместной обкатки и шлифования (рис. 11) может так же иметь на каждой оси по несколько кругов. Располагаться они могут в шахматном порядке, но добиться при этом такой плотности кругов, как показано на рис. 12, не удастся.

Кроме того, на рис. 12 показаны пружины, по размеру близкие диаметру кругов. И это не случайно, поскольку в конструкцию вводится новый шлифовальный инструмент - пружина. Пружина может применяться как шлифовальный инструмент и самостоятельно. Но в данном случае она очень удачно дополняет конструктивные решения. Если пружину растягивать, то она несколько уменьшится в диаметре, а ее проволока начнет раскручиваться. Если пружину сжимать, то она несколько увеличится в диаметре, а ее проволока начнет скручиваться. Поэтому пружина будет шлифовать не одной линией на витке, а некоторой поверхностью. С помощью пружины можно шлифовать стержни, цилиндры, плоскости и фигурные поверхности.

Так как центробежные силы будут стремиться перемещать круг вдоль оси, а пружины – возвращать его в первоначальное положение, круг во время работы будет постоянно двигаться вдоль оси. Следовательно, на круге будут работать боковые режущие грани зерен, осуществляя процесс шлифования, т.е. данным инструментом выполняется совместно шлифование и обкатка.

Особенность инструмента, показанного на рис. 12, заключается в том, что все оси располагаются параллельно, а круги – в шахматном порядке. В зависимости от расположения осей и кругов, последние будут совершенно по-разному от центробежной силы сдвигаться к периферии корпуса, совершать разные перемещения, зависящие от расположения структуры-текстуры материала.

На параллельно расположенных осях при вращении корпуса будет преобладать

В данном случае эффективно применить бериллиевые пружины, которые до усталостного разрушения выдерживают сотни миллионов циклов. На наружной поверхности пружины можно расположить абразивные или алмазные зерна. В результате получим инструмент, позволяющий производить обкатку и шлифование пружинами и обкатку и шлифование кругами-роликами. Шлифовальные пружины можно применять также и для инструмента, изображенного на рис. 11.

Таким образом, совместное применение обкатки и шлифования позволит повысить производительность без увеличения дополнительных затрат. Поэтому этот способ и новый инструмент перспективен и в скором будущем может найти применение на различных технологических операциях.

Шлифовальный инструмент - пружина. Рассмотрим работу нового шлифовального инструмента - пружины, рис. 13. Абразивный материал может быть расположен на наружной и внутренней поверхностях пружины, или отдельно на наружной и внутренней поверхностях пружины в зависимости от выполняемых работ. Абразивный материал наносится на пружину таким образом, чтобы во время полного сжатия витков пружины абразивный материал не разрушался, а пружина в свою очередь не изнашивалась от абразивного материала. Абразивный материал эффективнее наносить двумя секторами, хотя он может также наноситься сплошными и прерывистыми полосами. Методы нанесения абразивного материала могут быть самые различные: вдавливание в горячую поверхность, наклеивание и т.д.

Шлифовальные пружины могут иметь разную форму и размеры. Форма пружины может быть цилиндрическая, коническая, эллипсоидная, шаровая и т.д. Шлифовальные пружины могут дополнять шлифовальные круги, как показано на рис. 11 и рис. 12, а также применяться самостоятельно. На тех же шлифовальных инструментах (рис. 11 и рис. 12) можно оставить только одни шлифовальные пружины.

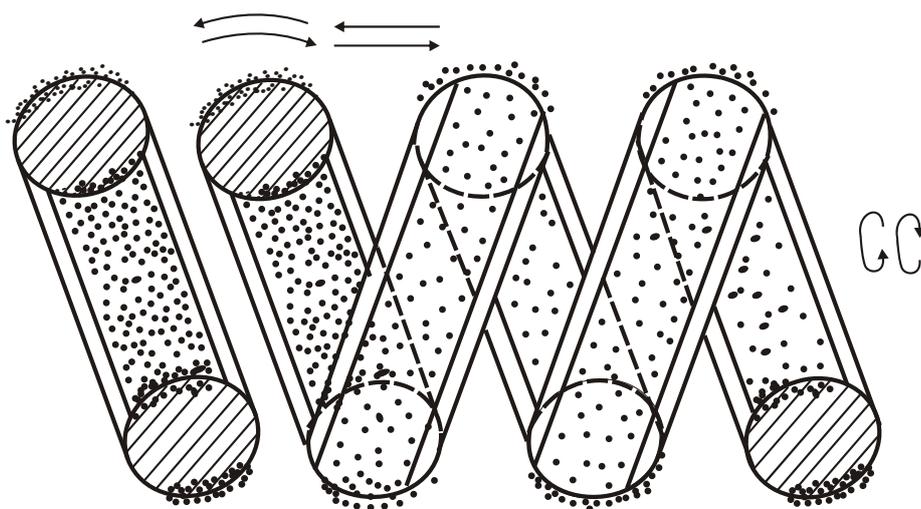


Рис. 13. Шлифовальный инструмент - пружина.

Шлифовальными пружинами можно шлифовать внутренние, наружные и фасонные поверхности, зубчатые и винтовые соединения, конусные и шаровые поверхности, трубчатые отверстия с изгибами и т.д. Шлифовальные пружины могут работать

совместно с другими инструментами.

Рассмотрим, какие совершаются движения в шлифовальном инструменте – пружина. На рис. 13 показаны некоторые перемещения. Сама пружина может

перемещаться вдоль витков возвратно-поступательно, вращаться вокруг своей оси и изгибаться. Витки в пружине могут растягиваться и сжиматься.

При сжатии и растяжении витков происходит поворот проволоки пружины вокруг своей оси. Сам виток меняет угол при сближении или удалении витков друг от друга. Пружина может в специальном шлифовальном круге закрепляться жестко или свободно вращаться вокруг своей оси. Как видим, пружина может производить обкатку и шлифование одновременно. Зерно в шлифовальной пружине может совершать очень сложные движения. Поэтому эффективность шлифовальных пружин на определенных работах будет очень высокая. С помощью шлифовальных пружин можно обрабатывать фасонные поверхности, т.к. пружины во время работы способны деформироваться. Шлифовальные пружины могут применяться в специальных вибрационных бункерах для шлифования изделий. Они могут крепиться на стенки специальных цилиндров для шлифования методом вращения - обкатки.

Таким образом, шлифовальные пружины в скором будущем займут достойное место в абразивно-шлифовальной обработке, т.к. это новый универсальный шлифовальный инструмент с большими возможностями. Шлифовальный инструмент из пружин может быть очень многообразен, т.к. состоит из пружин разного поперечного сечения проволоки (стержней): эллипсовидного, прямоугольно-эллипсовидного, прямоугольного и т.д. Пружины могут быть пластинчатыми и дисковыми.

Шлифовальный инструмент - шар. Почему бы не применить шлифовальный инструмент в виде шара? Если обратиться к Природе и посмотреть на каменные лотки горных ручьев, то можно увидеть, как свободные песчинки перекатываются по каменному руслу. Кажется, что могут сделать маленькие песчинки, однако результат впечатляет: ручей прокладывает себе дорогу среди твердых огромных камней.

Шлифовальный шар состоит из тысячи примерно равных по размерам и по форме (огранке) абразивных песчинок-зерен, давление которых на обрабатываемую поверхность во много раз больше, чем песчинок, перекатывающихся по каменному руслу. Шлифовальный шар может производить обкатку и скользить по поверхности, шлифуя (скобля) ее. Где могут применяться шлифовальные шары? При шлифовании труб, цилиндров, изогнутых отверстий.

На трубопроводах после сварки различных поворотных участков сварные швы приводят к нарушению потоков, образуя турбулентность и вызывая вибрации, “гудение” и разрушение труб и их опор, создавая большое сопротивление при транспортировке веществ, увеличивая потребление электроэнергии и снижая производительность трубопровода. Для устранения этих проблем эффективно использовать шлифовальный инструмент в форме шара. Шлифовальные шары могут перемещаться в трубе с помощью воздуха и жидкости, катиться по наклонным плоскостям, проталкиваться пружинами и гибким валом, двигаться с помощью магнитных и электромагнитных полей.

Шлифовальные шары можно изготавливать цельными (полными) и пустотелыми (без отверстий или с отверстиями). Основание шлифовального шара может быть изготовлено из одного или нескольких материалов, например, ос-

нование металлическое, а покрытие - вулканитовое, эпоксидное, органическое или другое. Вес шара должен быть подобран таким образом, чтобы он плавал в рабочей жидкости, находился в ней в безразличном положении или тонул.

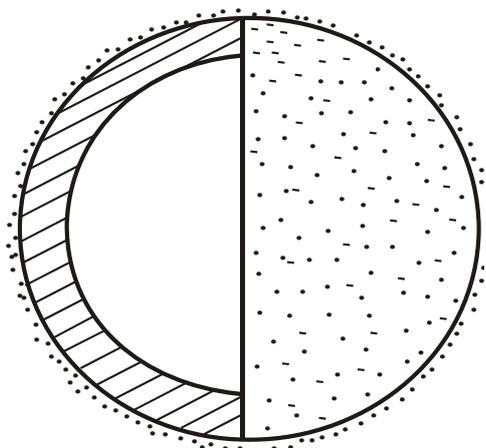


Рис. 14. Однослойный пустотелый шлифовальный шар без отверстий.

На рис. 14 показан однослойный пустотелый шлифовальный шар без отверстий. При перемещении шара в трубе с помощью воздуха или жидкости, шар может производить обкатку и скользить по трубе, шлифуя ее. Все зависит от скорости движения, плотности, диаметров шаров, их веса и расстояния друг от друга. Процесс обкатки заканчивается при любой скорости перемещения. Если два шара соприкасаются друг с другом, то сразу начинается процесс шлифования.

Шлифовальные шары изготавливаются монолитными или пустотелыми (из пластмассы и различных металлов). Внутри их можно устанавливать постоянные магниты или намагничиваемые материалы. Шлифовальные шары можно также изготавливать полностью из намагничиваемых материалов. Такие шлифовальные шары будут легко перемещаться по внутренней поверхности шлифуемых изделий с помощью магнитных и (или) электромагнитных полей. Эффективным может быть совместное воздействие магнитных или электромагнитных полей, воздуха или жидкости, или магнитных полей и пружины, или гибкого вала и магнитных полей.

Отверстия специальных размеров на периферии пустотелого шара или сквозные отверстия на цельном шаре усиливают сцепление с поверхностью кромками отверстий и изменяют движение в потоке жидкости или газа.

В зависимости от назначения шлифовального инструмента, шар может изготавливаться со смещенным центром, эллипсоидной формы, иметь переходные отверстия из двух и более связок и абразивных материалов. Такой инструмент может применяться для очистки и шлифования труб даже во время работы. Для этого на трубопроводе устанавливается загрузочный бункер и уловитель шаров.

На рис. 15 показаны схемы работы шлифовальных шаров в связке.

По схеме А шары соединены жестко гибким валом.

По схеме Б шары соединены пружинами и гибкими валами по участкам.

По схеме В шары соединены гибким валом, на котором некоторые шары имеют отверстия для перемещений и разделяются с другими шарами пружинами.

По схеме Г на гибком валу все шары имеют отверстия для перемещений и разделяются между собой пружинами. Гибкий вал для перемещения крайних шаров имеет ограничения.

По схеме Д шары, соединенные гибким валом в плети, имеют связь этих плетей через пружины, соединяющие шары между собой, образуя с торца тре-

угольник (многоугольник, круг).

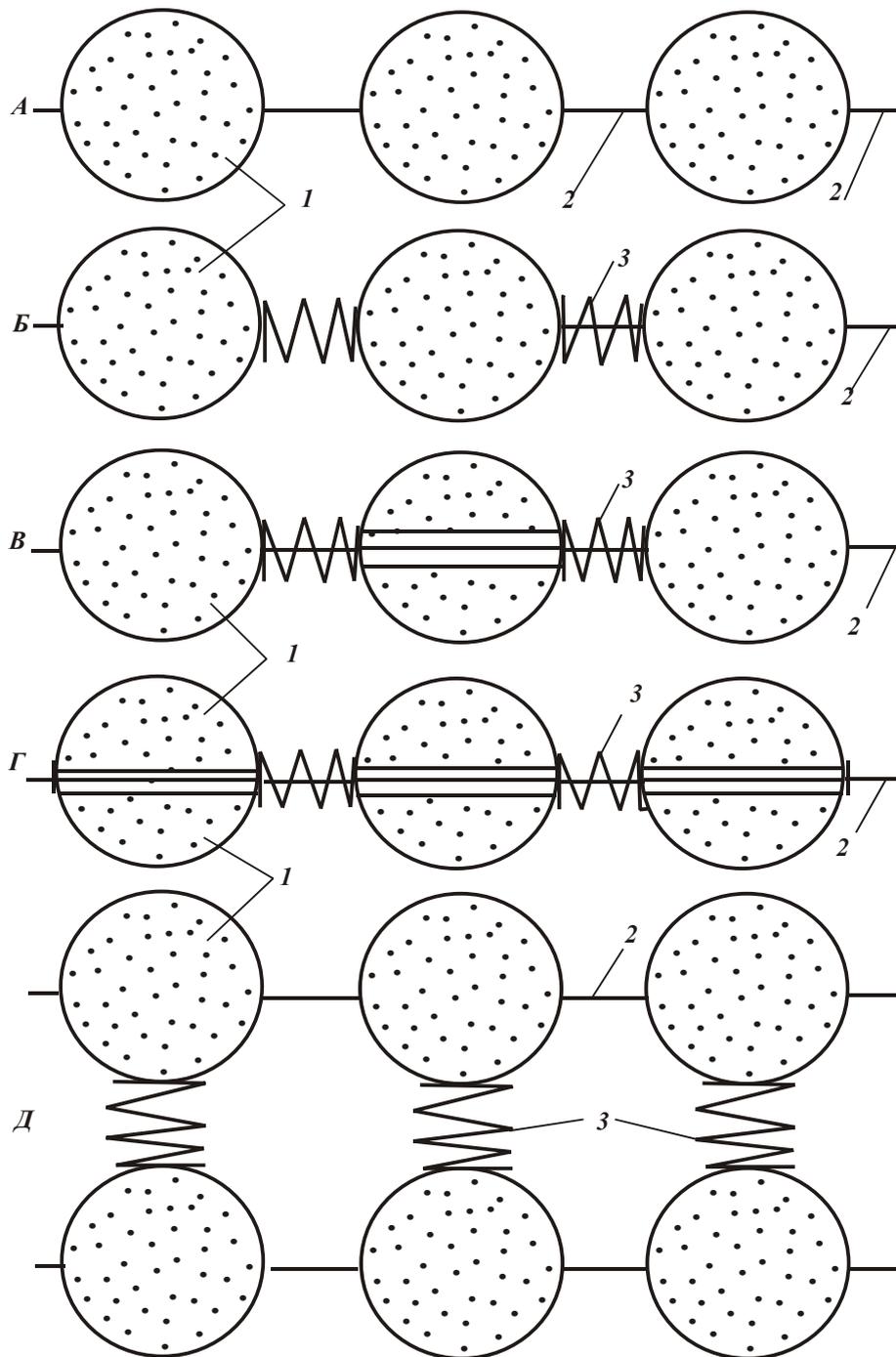


Рис. 15. Применение шлифовальных шаров в связке: 1 - шар; 2 - гибкий вал; 3 - пружина.

Шлифовальные шары можно соединять разнообразными плетями, используя схемы А, Б, В, Г. Комбинаций очень много, поэтому нет необходимости их все приводить. Схемы А, Б, В, Г используются для шлифования внутренних поверхностей цилиндров, труб, колен и т.д. Схема Д применяется для шлифования наружных поверхностей труб (цилиндров), в том числе изогнутых.

Применение возвратно-поступательных и вращательных движений инструмента позволяет качественно выполнить процесс шлифования на больших участках в труднодоступных местах. Различные движения могут сообщаться не

только инструменту, но и обрабатываемому изделию.

Инструмент для очистки и шлифования внутренних поверхностей.

Внутренние поверхности различных трубопроводов, цилиндров, отверстий на изгибах не всегда имеют правильную форму. Как правило, они имеют переходные диаметры, цилиндрические отверстия с переходом в конус, соединение

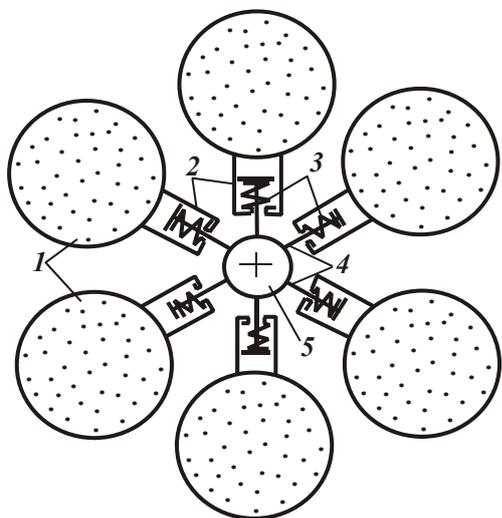


Рис. 16. Инструмент для шлифования внутренних поверхностей: 1 – шлифовальный шар; 2 – цилиндр; 3 – пружина; 4 – штырь (спица); 5 – вал.

двух цилиндрических отверстий с небольшим смещением, сферические канавки в цилиндрах. При этом отверстия могут иметь эллипсоидную форму и т.д. Но во всех случаях перед эксплуатацией и в процессе эксплуатации требуется их периодическая очистка и шлифование. В связи с этим рассмотрим три новые конструкции шлифовального инструмента. Показанный на рис. 16 шлифовальный инструмент состоит из шлифовальных шаров 1, которые перемещаются с помощью цилиндра 2 и пружины 3 по штырю 4 независимо друг от друга. При увеличении скорости вращения, они прижимаются к обрабатываемой поверхности центробежной силой.

Для выполнения вышеперечисленных работ не требуется большая точность центрирования данного инструмента по отверстию. Он может перемещаться на значительные расстояния внутри отверстия, проходя разные переходные сечения, в том числе прямые и обратные конусные. Для очистки и шлифования таких поверхностей не требуется больших скоростей резания и высокой точности обработки. Поэтому данный инструмент может обеспечить хорошее качество обработки даже при небольших изгибах и переходах.

В отличие от инструмента, показанного на рис. 16 (состоящего из шлифовальных шаров), инструмент, показанный на рис. 17, состоит из цилиндрических или полусферических брусков. Он предназначен для шлифования длинных цилиндрических отверстий без изгибов и переходных сечений. Им можно шлифовать конусные отверстия.

Отличие инструмента, показанного на рис. 18, состоит в том, что на каждый брусок работают две пружины, которые все время стремятся его возвратить в первоначальное положение. Возможности шлифования таким инструментом значительно шире. Им можно шлифовать отверстия, предварительно установив в них бруски, т.е. прижав их к корпусу. Можно шлифовать отверстия, свободно устанавливая в них инструмент, шлифовать прямые цилиндрические и конусные отверстия.

Традиционное шлифование отверстий кругами, посаженными жестко на шпиндель, требует тщательного центрирования, что не позволяет шлифовать отверстия с изгибом. Изучая проблемы шлифования, можно конструктивно создать шлифовальный инструмент для выполнения любых работ, не требующих точной

настройки и больших скоростей вращения, но способный значительно улучшить качество обработки внутренних поверхностей и при этом быть очень простым по конструкции, технологичным в изготовлении и эксплуатации.

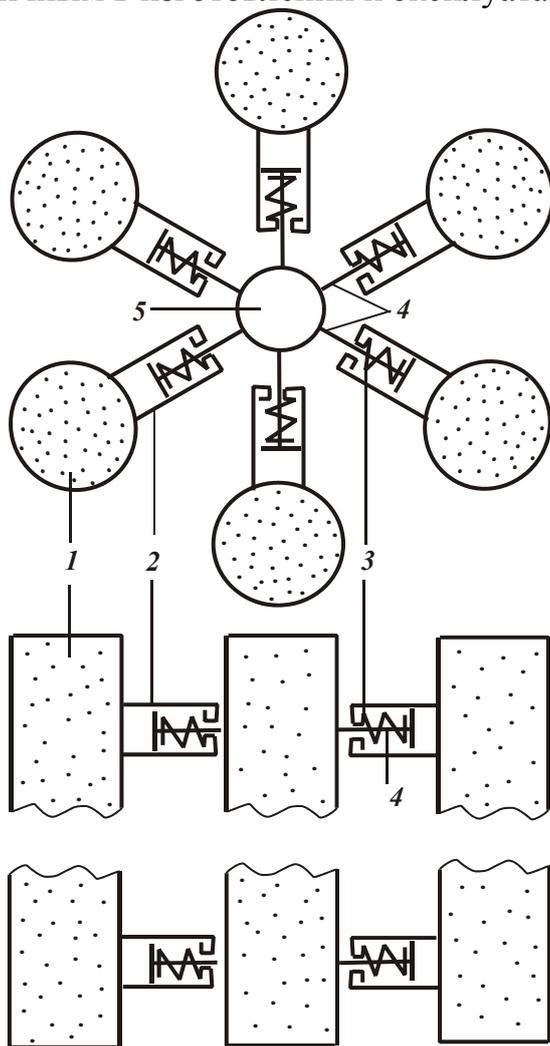


Рис. 17. Инструмент для шлифования внутренних поверхностей: 1 - шлифовальный брусок; 2 - цилиндр; 3 - пружина; 4 - штырь (спица); 5 - вал.

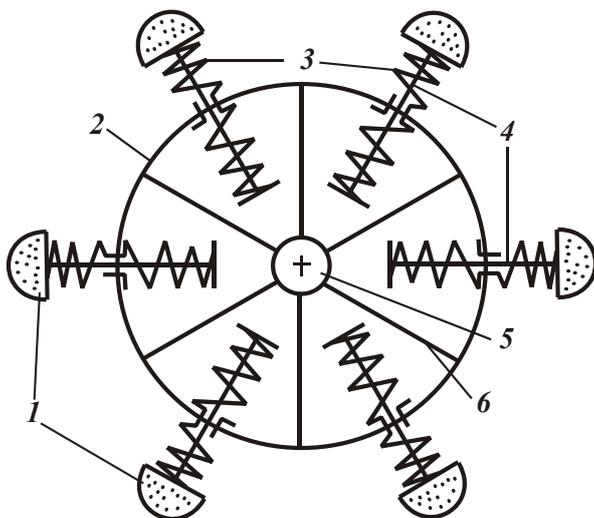


Рис. 18. Шлифовальный инструмент для обработки внутренних поверхностей: 1 - шлифовальный брусок; 2 - корпус цилиндрический; 3 - пружина; 4 - штырь; 5 - вал; 6 - ребра жесткости.

Инструмент для шлифования наружных поверхностей. Инструмент для шлифования наружных поверхностей стержней, цилиндров, труб, а также конусов изображен на рис. 19. При этой схеме обработки удобнее вращать обрабатываемую трубу (вал).

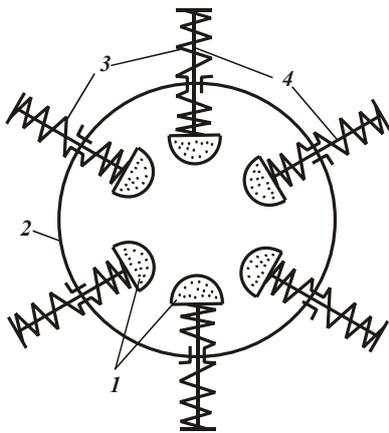


Рис. 19. Инструмент для шлифования наружных поверхностей: 1 - шлифовальный брусок; 2 - корпус цилиндрический; 3 - пружина; 4 - штырь.

Если на наружную поверхность штырей установить шлифовальные бруски, то получим инструмент для одновременного шлифования наружных и внутренних поверхностей. Здесь как бы совместили два инструмента, изображенные на рис. 18 и рис. 19. Шлифовальный инструмент с упруго-подвижными брусками открывает новые возможности шлифования различных труднообрабатываемых поверхностей, шлифование которых было или невозможно, или проводилось вручную.

Конструкции шлифовального инструмента для обработки фасонных поверхностей.

Шлифовальный инструмент для обработки фасонных поверхностей (рис. 20) работает следующим образом: вращение на каждый шлифовальный шар передается от общего привода через шестерню, гибкий вал и жесткий вал. Жесткий вал имеет шарнирную опору в несущей плите – корпусе. Пружины обеспечивают возвращение шлифовальных кругов в вертикальное положение (перпендикулярное положение относительно несущей плиты).

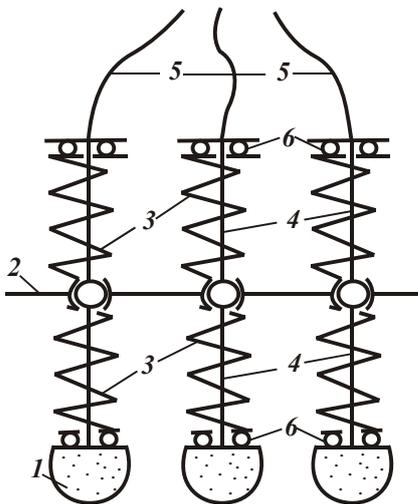


Рис. 20. Шлифовальный инструмент для обработки фасонных поверхностей: 1 - шлифовальный шар (сфера); 2 - несущая плита - корпус; 3 - пружины; 4 - жесткий вал с шаровой опорой; 5 - гибкий вал, соединенный с жестким валом для вращения шара; 6 - подшипники.

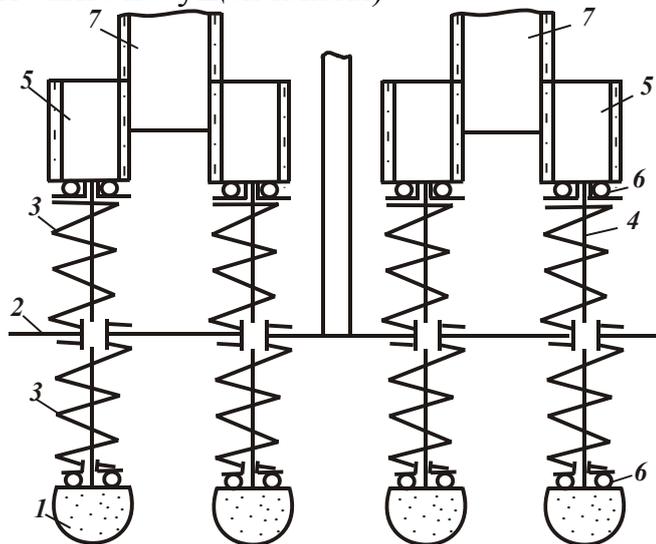


Рис. 21. Шлифовальный инструмент для обработки фасонных поверхностей: 1 - шлифовальный шар; 2 - несущая плита - корпус; 3 - пружины; 4 - жесткий вал; 5 - подвижные шестерни-валы; 6 - подшипники; 7 - приводные шестеренчатые валы.

Подшипники исключают вращение пружин. Особенности работы данной конструкции заключаются в том, что каждый шлифовальный шар может отклоняться по радиусу в любую сторону. Перемещая несущую плиту-корпус с вращающимися шлифовальными шарами, можно обрабатывать разные фасонные плоскости. Несущая плита может вращаться вместе с шарами в одну или разные стороны. Она может также вращаться и без вращения шаров. Конструкция шлифовального инструмента для обработки фасонных поверхностей, показанная на рис. 21, позволяет перемещаться вращающимся шаровым сферам вверх - вниз, т.е. вести обработку на разных уровнях.

Соединяя конструкции, показанные на рис. 20 и рис. 21, приходим к новой конструкции инструмента, в которой вращающиеся шары могут изменять высоту обработки за счет скольжения жесткого вала по шаровой опоре и отклоняться в любую сторону на шаровой опоре.

Литература: 1. Дудин А.Т., Новиков Ф.В. Двигатели и технологии: Учеб. пособие / Под общей редакцией Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. - Одесса: ОНПУ, 2004. - 280 с. (Физические и компьютерные технологии). 2. Новиков Ф.В. Физические и кинематические основы высокопроизводительного алмазного шлифования. - Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. - Одесса: ОГПУ, 1995. - 36 с. 3. Якімов О.В., Новиков Ф.В., Новиков Г.В, Якімов О.О. Високопродуктивне шліфування: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1995. - 180 с. 4. Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов.- Одесса: ОГПУ, 1999. - 450 с. 5. Качество и производительность абразивно-алмазной обработки: Учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, А.А. Якимов.- Одесса: ОГПУ, 1999. - 212 с. 6. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технология машиностроения / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. - Т.4. "Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов". - Одесса: ОНПУ, 2002. - 802 с. 7. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технология машиностроения / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. - Т.7. "Точность обработки деталей машин". - Одесса: ОНПУ, 2004. - 546 с.