

## ИССЛЕДОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ. ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ТОНКОСТЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Товарчи И.С. (каф. ТМ, ДонНТУ, г.Донецк, Украина)

Обеспечение научно-технического прогресса в машиностроении связано, прежде всего, с созданием новых конструкционных материалов и совершенствованием технологий их упрочнения. Благодаря успехам современного материаловедения создан широкий спектр материалов различного назначения с высокими эксплуатационными свойствами. Увеличилась доля пластмасс и композитов, а доля металлических материалов сократилась до 60-65%. Однако в ближайшем будущем наиболее распространенными среди металлических конструкционных материалов останутся сплавы на основе железа и, прежде всего, стали. Поэтому проблема совершенствования технологических методов упрочнения конструкционных сталей остается весьма актуальной.

Уже с конца XX века в большой степени уделяется внимание развитию технологий поверхностного упрочнения, а не объемного. Это связано с новым подходом в оценке роли материала в обеспечении конструкционной прочности изделий, согласно которому ведущая роль принадлежит поверхности, а не объему, как это было принято ранее. Именно состояние поверхности во многом определяет уровень прочности и эксплуатационные свойства деталей машин. Это привело к появлению нового направления – инженерии поверхности, осуществляемой методами комбинированного энергетического и физико-химического воздействия. Развитие инженерии поверхности предполагает разработку технологических процессов нового уровня, позволяющих модифицировать поверхностный слой, радикально менять его структуру и свойства. Для модифицирования поверхности металлов предпочтение отдается методам управляющей обработки, использующих в качестве теплового источника концентрированные потоки энергии: ионные, лазерные, ультразвуковые, высокочастотные индукционные и другие. Кроме того необходимо стремиться к инновационным технологиям, в частности разработке новых ресурсосберегающих, безотходных, экологически безопасных технологий.

В этой связи в области машиностроения актуальной задачей является разработка и совершенствование доступных, экономичных, высокоэффективных и экологически безопасных технологий упрочнения конструкционных сталей, обеспечивающих получение заданных эксплуатационных свойств.

Целью работы является анализ и классификация тонкостенных изделий, обзор и анализ методов обработки тонкостенных изделий с целью повышения качества обработки данных изделий.

Применение современных машин и механизмов, работающих на больших скоростях и со значительными нагрузками, требует от конструкторов и технологов решение проблемы повышения срока их службы и, соответственно, срока службы отдельных деталей, входящих в состав машин и механизмов. Более 80% деталей машин и приборов выходят из строя по причине износа и потери эксплуатационных качеств. Отсюда вытекает необходимость улучшения физико-механических характеристик металла и геометрических параметров рабочих поверхностей деталей. Кроме того, при применении прогрессивных технологических процессов следует стремиться к

## ПРОГРЕССИВНЫЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

повышению производительности обработки и экономии металлов. Постоянное развитие техники на современном этапе требует использование деталей, имеющих тонкие стенки (с целью экономии материала и облегчения конструкции в целом). В настоящее время количество таких изделий значительно увеличивается в общей массе деталей, подвергаемых механической обработке. Тонкостенные изделия, обеспечивая высокую прочность и плотность компоновки, находят широкое применение в самых разных отраслях промышленности и, что особенно важно, в областях самолето- и ракетостроения, криогенной технике, пневмо- и гидроаппаратуре, двигателестроении, холодильных установках, космических и военно-промышленных разработках.

Разработана классификация тонкостенных изделий:

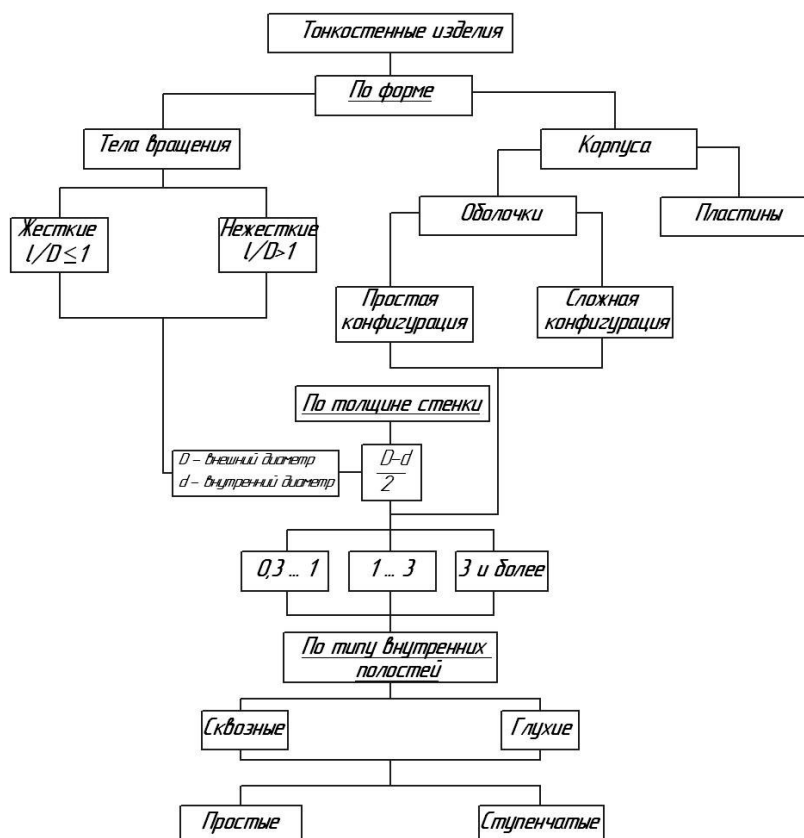


Рис.1. Классификация тонкостенных изделий.

Согласно ей общая масса тонкостенных изделий подразделяется на тела вращения, корпуса и пластины. Получение изделий данных форм не представляет проблем для современного машиностроения это литьё, штамповка, прокат с последующими операциями точения, сверления, фрезерования, электроэрозионной обработки. Однако, когда речь заходит о повышении качества поверхностного слоя то здесь необходимо учитывать общую и минимальную толщину стенки, так как отделочная обработка должна учитывать требования по точности и не вызывать геометрических и пространственных отклонений детали.

Качество поверхностного слоя является одним из главнейших факторов определяющих долговечность деталей машин и механизмов. Тщательно обработанная общеизвестными способами поверхность сопрягаемых деталей является носителем остаточных макро- и микронапряжений, усталостных макро- и микротрещин,

## ПРОГРЕССИВНЫЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

шаржированных зерен абразива и прочих дефектов. Для повышения прочности и износостойкости деталей необходимо применять методы обработки, улучшающие физические свойства, структуру и микрогеометрию поверхности.

Известны следующие классические способы улучшения качества поверхности, получившие максимальное распространение:

- дробеструйная обработка, микротвердость поверхности увеличивается незначительно, поверхностная шероховатость практически не уменьшается, усталостная прочность увеличивается в 1.5 раза и более;
- обкатывание шаром или роликом, микротвердость поверхности увеличивается на 40 - 60%, шероховатость снижается, ориентировочно, с 5 до 10 класса, обычно требуется несколько проходов инструмента по обрабатываемой детали, образуется наклеп значительной толщины;
- дорнование, микротвердость поверхности увеличивается на 25 - 35%, шероховатость снижается, ориентировочно, с 5 до 9 - 11 класса, незначительный наклеп, до 1 мм ;
- чеканка, микротвердость поверхности увеличивается на 20 - 70%, толщина наклепа может быть до 20 - 25 мм , усталостная прочность увеличивается на 50 - 100%, срок службы деталей увеличивается в 2 и более раза;
- упрочнение взрывной волной, микротвердость поверхности увеличивается на 60 - 70%, толщина наклепа может быть до 40 - 50 мм , что недостижимо никакими другими методами, но применение связано с известными технологическими трудностями и не всегда возможно.

Если при обработке статическими методами инструмента сообщить дополнительные ультразвуковые колебания с частотой 18-24 кГц и амплитудой 15-50 мкм то они становятся ударными методами.(рис. 2)

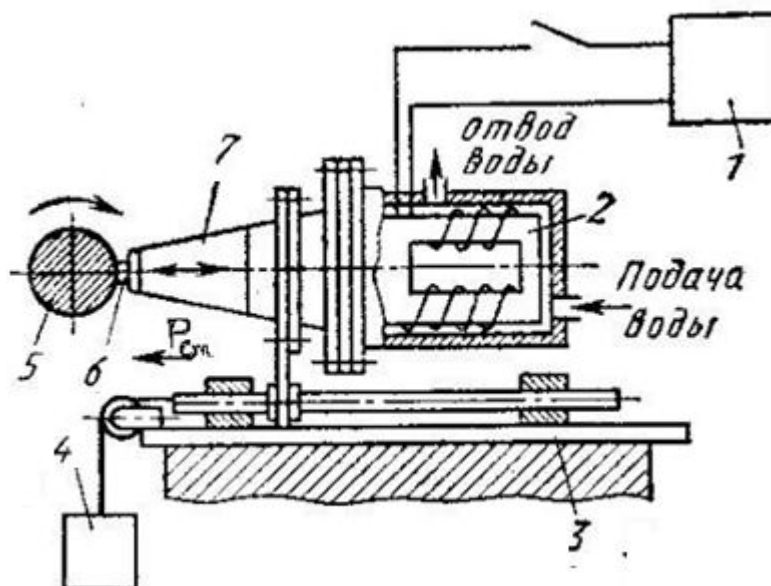


Рис. 2. Схема ультразвуковой обработки наружных цилиндрических поверхностей

Инструмент 6 под действием статической и значительной ударной силы, создаваемой колебательной системой (ультразвуковым генератором 1, магнитострикционным преобразователем 2 и концентратором 7), пластически деформирует поверхностный слой обрабатываемой детали 5. Статическая сила  $P_{ст}$

**ПРОГРЕССИВНЫЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

прикладывается с помощью груза 4, под действием которого все устройство может свободно перемещаться по направляющим 3 и поджиматься к детали 5.

По сравнению со статическими методами ультразвуковая обработка выделяется такими преимуществами:

- инструмент деформирует поверхностный слой детали с большой интенсивностью колебаний, в результате чего деформирование сопровождается прерывистым и интенсивным трением
- более производительная при меньшем значении прикладываемой статической силы
- переменная скорость деформирования, максимальное значение которой гораздо выше чем при статичном обкатывании (достигает более 200 м/мин)
- среднее давление создаваемое в поверхностном слое детали под действием нормально направленной силы больше в 3-9 раз чем при обкатке шаром
- энергия, расходуемая на искажения кристаллической решетки и идущая на внутренние микроструктурные преобразования выше, а температура в зоне контакта 100-150°C
- увеличивается степень наклепа обрабатываемых деталей; [1]
- отсутствие шаржированных в поверхность зерен абразива увеличивает до 2 раз срок службы сопряженных деталей (пар скольжения, уплотнительных сальников, сальниковой набивки и т.д.), появляется возможность с помощью ультразвуковой обработки изготавливать детали для пищевой промышленности (дозаторы и т.д.), для любых машин и механизмов, для которых наличие абразива в технологической зоне недопустимо.

Пластическая деформация поверхности, снижение шероховатости, появление сжимающих остаточных напряжений приводят к увеличению износостойкости материала. Для оценки износостойкости использовалась машина трения. Испытания проводились по схеме «вал – втулка». Показано, что упрочняющая ультразвуковая обработка почти в 2 раза повышает износостойкость образцов. На стали 45 была проведена сравнительная оценка показателей качества поверхностного слоя, полученная в результате использования традиционного метода (обкатывание шаром) и ультразвукового. [2]

Таким образом интенсификация процесса обработки за счет внедрения комбинированной технологии позволяет повысить качество и производительность обработки и является перспективным направлением развития и улучшения данной технологии.

**Список литературы.** 1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М.: Машиностроение, 1987, С. 260. 2. В.Ф. Казанцев, Б.А. Кудряшов, Р.И. Нигметзянов, Ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Сборник научных трудов. вып. №46. 2009 г.