

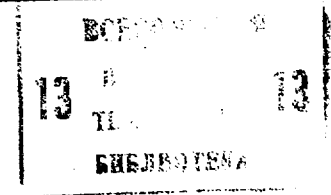


(5D) 4 В 23 Р 9/00. С 21 D 1/04,  
В 24 В 39/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3993314/25-27
- (22) 16.12.85
- (46) 15.04.87. Бюл. № 14
- (71) Белорусский технологический институт им. С.М.Кирова и Минский радиотехнический институт
- (72) А.Г.Капсаров, М.Д.Тявловский, И.Г.Довгялло, В.И.Борд, М.Н.Лось, Е.В.Пасах, В.И.Харитонович, И.В.Мелан, В.С.Лешков, В.В.Романюк, П.Н.Степанюк, А.Е.Герчиков и С.М.Лукаш
- (53) 621.923.77(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 947200, кл. С 21 D 1/04, 1980.

### (54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Изобретение относится к отделочно-упрочняющей обработке металлических деталей деформирующим инструментом. Цель изобретения - повышение качества обработки прецизионных дета-

лей. Обработка включает охлаждение деталей вне станка с одновременным обдуванием воздухом при относительной влажности 25-60% и последующую обработку инструментом в виде пульсирующего сферического деформирующего наконечника. Деталь обдувается увлажненными газами: углекислым газом, азотом, инертными газами или их смесями, имеющими относительную влажность в диапазоне 75-95%. Поток газов направляется под упрочняющий инструмент навстречу направлению движения детали. На границу контакта инструмента с деталью подается граничная смазка, жидкая или консистентная. Время загустевания слоя смазки определяется по появлению над смазкой первых кристаллов инея и может сокращаться за счет изменения влажности или скорости потока газов. 3 з.п. ф-лы, 2 табл.

Изобретение относится к отделочно-упрочняющей обработке металлических деталей и может быть использовано в технологии машиностроения и приборостроения, преимущественно, при серийном и массовом производстве прецизионных металлических деталей.

Целью изобретения является повышение качества при обработке прецизионных деталей.

Способ осуществляется следующим образом.

Деталь одновременно с охлаждением или после его окончания обдувают воздухом с относительной влажностью 25 - 60% вне обрабатывающего устройства, а граничную смазку наносят после охлаждения на поверхность детали перед упрочняющим инструментом и на периферию контактной поверхности инструмента и детали, причем нанесение смазки и упрочнение проводят в атмосфере увлажненного газа при относительной влажности 75-95%. В качестве увлажненного газа используют как двуокись углерода, азота, инертные газы, так и их смеси с удельным весом, большим удельного веса воздуха.

Газ подают при избыточном давлении 0,1-20 МПа под упрочняющий инструмент навстречу направлению движения детали относительно инструмента, а нанесение на охлажденную деталь граничной смазки опережает упрочняющий инструмент на время ее загустевания.

Способ позволяет использовать адсорбированные до замерзания и выпавшие в иней после замораживания водяных паров в качестве дисперсно распределенного в макродефектах и заглобленного в дефекты поверхности хладагента. Замораживание, произведенное после глубокого адсорбированного проникновения водяного пара на толщину "трещиноватого слоя", придает поверхностным слоям свойства композиционного материала, где испарение и плавление инея происходит синхронно с пластическим деформированием, причем максимум пароотделения совпадает с максимум давления под деформирующим инструментом.

В то время, как вязкие пленки смазок (не говоря уже о глицерине) разрушаются на вершинах микровыступов и не проникают в тончайшие дефекты поверхности, адсорбционные слои водяного пара насыщают их, в данном слу-

чае хладагентом, отводя тепло ювенильных взаимодействий, на вершинах и впадинах создавая тончайшие прослойки пара в заземляемых микрообъемах, резко снижая вероятность задира индентора, создавая в местах контакта развитую сеть микротрещин между инструментом и материалом детали. Это, в свою очередь, увеличивает твердость, микротвердость, класс шероховатости поверхности, создавая возможность, сохраняя высокий уровень качества, увеличивает подачу, число оборотов или двойных ходов и тому подобное, т.е. резко повышается производительность труда.

Существенно, что замораживание и обдув (в том числе при упрочнении) препятствуют оседанию абразивных частиц в заполненных порах и "карманах" поверхности, что необходимо для сохранения качества деформирующего наконечника.

Обдув охлажденного изделия вне обрабатывающего устройства наиболее прост при использовании холодильных (морозильных устройств) и, исходя из относительной влажности атмосферы действующих цехов, наиболее целесообразен при использовании воздуха относительной влажности, равной 25-60%. В этом диапазоне образуются достаточно плотные адсорбированные слои паров воды в виде инея. Превышение влажности приводит к рыхлости слоя в виде снега и неравномерному распределению граничной смазки. Уменьшение влажности ниже 25% удлиняет срок образования пленок, что нежелательно. Управление процессом происходит путем определения времени выдержки изделия, а также изменением скорости вращения вентилятора обдува.

Обдув увлажненным газом на станке в процессе обработки предназначен наряду с другими функциями для эффективного восстановления слоя инея, могущего быть нарушенным при вращении детали. В этом случае относительная влажность воздуха должна быть предельной в диапазоне 60-95%. Это не только не позволяет испариться слою инея, но и способствует образованию кристаллов инея над слоем граничной смазки, что способствует ее загустеванию на детали и ускоряет процесс обработки. В этом случае процесс замораживания паров происходит через слои

смазки, что при пониженной теплопроводности смазок объясняет необходимость предельных концентраций пара.

Подача увлажненного газа по деформированному следу вызвана особенностями распределения смазывающих слоев. Последние, защищая инструмент, тормозятся перед контактной зоной, обнажая область желобчатого деформационного следа. Кислород воздуха при этом проникает вслед за инструментом на периферию очага деформации. Поддержание защитной атмосферы увлажненного газа, вытесняющего кислород воздуха, радикально изменяет положение, предохраняя от окислительного износа и деталь, и инструмент, предотвращает схватывание их между собой.

Подача увлажненного газа при этом усиливает не только локальное образование кристаллов инея на поверхности смазки, но и позволяет избирательно сокращать время опережения инструмента за счет изменения влажности газа и скорости его подачи, это определяет диапазон давления газа, выходящего из источника через направляющий патрубок на деталь. Минимальное избыточное давление 0,1 МПа способствует только удержанию защитной атмосферы в зоне деформации. Максимальное - 20 МПа способствует интенсивному обдуву при обработке на повышенных скоростях. Превышение максимального избыточного давления усложняет удержание смазки перед индентором, ведет к неоправданым затратам газа. Граничная смазка, наносимая на замороженную деталь с адсорбированным слоем водяного пара, твердеет, начиная с поверхности изделия, и некоторое время остается в исходном состоянии на периферии достаточно обильного слоя. При нанесении жидких смазок, например, на вращающуюся деталь возникает подвижное тороидальное кольцо загустевшей смазки, опоясывающее деталь и сдвигающееся вслед за источником подачи смазки. Расстояние, измеренное по оси детали между точкой подачи смазки на деталь до точки касания детали инструментом, может рассматриваться как дистанция опережения, позволяющая смазке загустеть после нанесения на деталь до подхода деформирующего наконечника. Время загустевания смазки и соответственно дистанция опережения определяются временем по-

явления инея на поверхности масляной пленки, что свидетельствует о необходимом загустевании граничной смазки. Степень загустевания подбирается, как правило, эмпирически, а избыточная влажность газов, подаваемых под деформирующий наконечник, способствует сокращению времени образования внешней пленки инея, сцепленной с охлажденной основой и удерживающей смазку от разбрызгивания. Это позволяет производительно использовать возможности станка и эффективно наносить смазку поливом, что упрощает реконструкцию станочного оборудования и позволяет многократное использование жидких смазок при избытке оттекающих в поддон станка.

Нанесение граничной смазки на периферию контактной зоны инструмента и детали создает жидкий герметичный защитный слой, заторможенный над поверхностью движущегося (например, вращающегося) изделия перед деформирующим наконечником. Тыльная сторона наконечника в районе желобчатого слоя защищена, как уже указывалось, атмосферой увлажненного газа, причем скорость истекания газа определяет положение нижней кромки заторможенных слоев жидкой смазки. Это существенно при подборе режима вращения и давления истечения газа.

Углекислый газ, а также инертные газы, поступая в зону деформирования, дополняют комплекс оказываемых воздействий холода и влаги и также активным влиянием на процессы деструкции твердого сплава при нагревании, что специфично при использовании инструмента на его основе в атмосфере воздуха. Аналогично воздействие и на алмазные и алмазозаменяющие инструменты, инструмент из высокопрочных сталей. Кроме того, характерно увеличение твердости и износостойкости материалов из стали, обработанных в атмосфере упомянутых газов по предлагаемому способу. Причем увеличение степени и глубины наклепа достигало 30-40% по сравнению с обработанными по методике прототипа.

Совокупность упомянутых факторов наиболее выражено в толщинах 0,1-10 мкм и сказывается в первую очередь на периоде беззадирной стойкости инструмента. Резкое ее повышение обеспечивает формирование режима обработки

с достижением высокого класса шероховатости при высоком уровне надежности процесса, что является определяющим для автоматизации при массовом производстве.

Способ реализуют следующим образом.

Заготовку, например из стали 45, термообрабатывают на твердость 42 Н С после придания ей точением цилиндрической формы диаметром 50 мм при длине 100 мм. Шлифованные или полированные заготовки устанавливают в специальном охлаждаемом поддоне и обдувают подсушенным и обезжиренным воздухом, фиксируя температуру охлаждения несколько ниже требуемой.

Подготовительные образцы устанавливают в центре токарного станка, и приводят во вращение. Одновременно включают подачу увлажненного углекислого газа, полив маслом машинным и подачу суппорта. На суппорте устанавливают преобразователь магнитострикционный, работающий на деформирующий накопчик из твердого сплава шлифованный и доведенный на полусферу и прижатый статически к поверхности детали.

Указанный способ может реализовать-ся, например при следующих параметрах:

Относительная влажность воздуха при обдуве, %	50	30
Температура детали при обдуве, К	243	
Подача, мм/об	0,16	35
Скорость вращения, м/с (об/мин)	1,2/500/	
Давление газа, МПа (избыт)	1	40
Время опережения инструмента, с	5	

В качестве преобразователя выбрано магнитострикционное устройство ПМС-15 с рабочей амплитудой 25 мкм.

Для сравнения на установках токарного станка по способу-прототипу при относительной влажности воздуха 85% обработана контрольная партия заготовок (т.е. без обдува газом и опережения по смазке подача 0,1 мм/об, число оборотов шпинделя = 100 об/мин. Усилие статического прижима 100Н.

Параметры качества обточенных, шлифованных и полированных заготовок по предлагаемому способу приведены в табл. 1.

В табл. 2 показано влияние выхода предлагаемых параметров за предел до-

пустимых значений на технологические показатели и качество обработки поверхности.

Использование предлагаемого способа обеспечивает по сравнению с известными возможность резкого увеличения режимов обработки по величине подачи и скорости главного движения, что особенно важно при производстве прецизионных деталей, требующих исполнителей высокой квалификации. Кроме того, применение способа особенно эффективно в крупносерийном и массовом производстве при обработке деталей в области 8-10 класса шероховатости, в частности при обработке длинномеров или деталей большой площади, требующих значительной стойкости инструмента.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ упрочнения поверхности металлических изделий, при котором на деталь наносят граничную смазку с последующим охлаждением ее от 273 до 4К, а затем подвергают упрочнению инструментом с наложением ультразвуковых колебаний свыше 1 кГц, отличающийся тем, что, с целью повышения качества при обработке прецизионных деталей, охлажденную деталь подвергают обдуву воздухом с относительной влажностью 25-60%, а затем в атмосфере увлажненного газа при относительной влажности 75-95% осуществляют нанесение граничной смазки, ее выдержку до загустения и последующее упрочнение.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве увлажненного газа используют двуокись углерода, азот, инертные газы или их смеси с удельным весом, большим удельного веса воздуха.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что увлажненный газ подают под избыточным давлением 0,1-20 МПа под упрочняющий инструмент навстречу направлению движения детали инструмента.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что граничную смазку наносят на периферию контактной поверхности инструмента и детали.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Заготовка				
	1	2	3	4	5
Высота исходного микро- рельефа, мкм	0,8	0,3	0,15	0,14	0,13
Высота полученного микро- рельефа, мкм	0,4	0,13	0,12	0,13	0,12
Время обработки одного образца, мин	1,25				
Стоимость инструмента, ч	8				

Т а б л и ц а 2

Отно- си- тель- ная влаж- ность при обду- ве до упроч- нения, %	Тем- пера- тура детал- ли при обра- ботке, К	Пода- ча, мм/об	Ско- рость враще- ния, м/с	Влаж- ность газа отно- си- тель- ная, %	Дав- ле- ние га- за, МПа	Вре- мя опе- реже- ния инс- тру- мен- та, с	Изме- нение высоты релье- фа Ra <sub>исх</sub> Ra <sub>обаб.</sub>	Стой- кость инстру- мента, ч	Дополни- тельная обра- ботка	Уровень техно- логич- ности
20	243	0,16	1,2	75	1	30	0,25/0,3	3	Прово- дится	Недос- таточ- ный
20	243	0,16	1,2	95	1	25	0,25/0,3	3,5	Не про- водится	То же
65	243	0,16	1,2	75	1	3	0,2/0,3	4	То же	—"
65	243	0,16	1,2	95	1	2	0,15/0,3	4	—"	—"
50	243	0,16	1,2	70	1	20	0,13/0,3	5	Прово- дится	—"
50	243	0,16	1,2	97	1	10	0,13/0,3	8	То же	—"
50	243	0,16	1,2	85	0,05	20	0,2/0,3	3	—"	—"
50	243	0,16	1,2	85	25	2-30	19/0,3	3	—"	—"