



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)



Проектирование элементов автомобиля из композиционных материалов

Лекция 10 «Механическая обработка композитов»

Составил доцент кафедры «Колесные машины», к.т.н.

Карташов Александр Борисович



Введение



Для получения требуемых технологических параметров (точности, шероховатости и др.) деталей и узлов применяют как традиционные методы механической обработки, так и новые, основанные на использовании энергии водяной струи, лазерных методов, комбинированных методов обработки и др.

Эти методы обладают известными преимуществами: простотой, высокой производительностью, малой энергоемкостью, хорошим качеством поверхностного слоя.

Новые методы обработки, как правило, используют в том случае, когда традиционные методы не могут обеспечить требуемые технологические характеристики.

Например, для получения отверстий малого диаметра (0,05 мм и менее) с успехом применяют лазерные установки



Введение



Для изготовления изделий из КМ наиболее широко применяют следующие виды механической обработки:

- точение,
- сверление,
- зенкерование,
- развертывание,
- резка,
- шлифование,
- нарезание резьбы.

Накопленный опыт показывает, что несмотря на различия составов и свойств материалов, их обрабатываемость по ряду критериев идентична. Поэтому целесообразно подразделять материалы по обрабатываемости на группы, и в дальнейшем при появлении новых материалов прогнозировать режим обработки на основании предложенной классификации.



Введение



Анализ свойств и состава применяемых материалов позволяет выделить основные критерии, по которым их следует относить к той или иной группе обрабатываемости.

Это, в первую очередь, тип связующего (термопластичный или терморезистивный).

Важным фактором является тип армирующего наполнителя, т.е.:

- 1) его состав (органический или неорганический);
- 2) его физическая природа;
- 3) структура: волокнистый, листовой, порошкообразный и т.д.



1. Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



Обработка резанием КМ имеет ряд особенностей, отличающих их от аналогичной обработки металлов. Эти особенности сводятся к следующему.

1. Ярко выраженная анизотропия свойств. Это определяет различие процесса резания при обработке вдоль и поперек армирующих волокон. Схема армирования существенно влияет на качество и производительность обработки. Поэтому при разработке технологической операции механической обработки КМ следует учитывать также направление обработки относительно направления армирования.



Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



2. Сложность получения высокого качества поверхностного слоя. Слоистая структура приводит к тому, что при износе инструментов происходит расслоение материала. Кроме того, при перерезании армирующих волокон, особенно при перекрестном армировании, наблюдается разломачивание перерезанных волокон, что приводит к ухудшению качества поверхностного слоя, поэтому иногда применяют дополнительную отделочную операцию, например зачистку шкуркой.

3. Высокая твердость наполнителя у некоторых КМ вызывает целый ряд трудностей при их обработке. Например, у материалов на основе волокон бора микротвердость наполнителя составляет 40...43 ГПа, что превосходит твердость быстрорежущих сталей (их твердость 8...10 ГПа) и твердых сплавов (их твердость 10...16 ГПа) в несколько раз и соизмерима с микротвердостью синтетических алмазов АС6 (89 ГПа) и “Эль- бора-Р” (84 ГПа). Поэтому при обработке таких материалов возможно применение только сверхтвердых материалов.



Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



4. Низкая теплопроводность материалов, обуславливающая плохой отвод теплоты из зоны резания со стружкой и в обрабатываемое изделие. Поэтому при обработке высокопрочных КМ основная доля теплоты отводится через режущий инструмент. Согласно экспериментальным данным, тепловой баланс при обработке ПКМ следующий: в инструмент - 90 %, в стружку - 5 %, в обрабатываемую деталь - 5 %, в то время как при обработке металлов иногда до 90 % теплоты уносится стружкой и только 10 % поглощается деталью и инструментом.

5. Интенсивное абразивное воздействие наполнителя. Наибольшие трудности вызывает обработка высокопрочных ПКМ, так как наполнителем в них являются стеклянные, борные, угольные волокна, обладающие высокой твердостью и абразивной способностью.



Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



6. Высокие упругие свойства. Силы резания при обработке ПКМ в 10...20 раз ниже, чем при аналогичной обработке металлов, а упругие характеристики выше, поэтому их точность обработки в меньшей мере определяется упругими деформациями системы станок—приспособление—инструмент. На точность изделий из высокопрочных материалов при их обработке резанием влияют упругие деформации самих деталей.

7. Невозможность применения в большинстве случаев смазочноохлаждающих жидкостей. Это обуславливается тем, что большинство материалов обладает высоким влагопоглощением. Поэтому применение СОЖ во многих случаях влечет за собой введение дополнительной операции — сушки изделия — или вообще недопустимо из-за необратимого изменения физикомеханических свойств.



Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



8. Специфические требования техники безопасности при резании композиционных материалов. Это связано с выделением мельчайших частиц материала при резании.

Состояние поверхностного слоя играет очень важную роль в обеспечении высоких эксплуатационных показателей изделий. В условиях эксплуатации изделий внешним воздействиям в первую очередь подвергается поверхностный слой детали.

Механическая обработка существенно изменяет свойства поверхностного слоя, а следовательно, и эксплуатационные показатели. При механической обработке происходит изменение состояния поверхностного слоя (в частности, шероховатости), перерезание армирующих волокон. Перерезание армирующих волокон при обработке резанием приводит к снижению прочности изделий до 20 %.



Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



Шероховатость поверхности влияет как на водопоглощение и прочностные характеристики, так и на другие показатели качества (износостойкость, аэродинамические характеристики и т.д.).

Механическая обработка изделий из композитов интенсифицирует, как известно, процесс водопоглощения. Это происходит за счет того, что при обработке, во-первых, снимается всегда имеющийся на поверхности слой полимеризованного связующего, являющийся как бы защитным слоем; во-вторых, перерезаются армирующие волокна наполнителя; при этом образуются микротрещины и другие дефекты материала, нарушающие его сплошность. Если же при обработке применяют СОЖ, то процесс водопоглощения ускоряется еще интенсивнее.



Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



Установлено, что механическая обработка активизирует процесс водопоглощения. Отсюда следует, что при шереховатости поверхности целесообразно назначать микронеровность $Rz < 40$ мкм. В этом случае влияние механической обработки на водопоглощение будет сведено к минимальному.

Если, согласно условиям эксплуатации и возможностям технологического процесса обработки, высота микронеровностей составляет 40 мкм, то для уменьшения активности водопоглощения необходимо защищать поверхности изделия, например, с помощью ее окраски или покрытия лаком.

Исследование процесса водопоглощения и влияния на него механической обработки приводит еще к одному важному выводу. Речь идет о применении СОЖ при обработке.



Особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя



Несмотря на малое время контакта поверхности детали с СОЖ, процесс водопоглощения будет проходить активно, что во многих случаях потребует дополнительной операции - сушки изделия после обработки. Поэтому в большинстве случаев механическую обработку следует выполнять без охлаждения СОЖ или, в случае крайней необходимости, с охлаждением, например, сжатым воздухом.

При механической обработке КМ всегда имеет место деструкция полимерного связующего, а при обработке таких материалов, как органопластики - и деструкция полимерного наполнителя. Кроме того, при обработке происходит разрушение армирующих волокон. В результате этих процессов образуется деструктивно-диспергированный слой, который ухудшает эксплуатационные характеристики изделий.



Токарная обработка



Токарную обработку применяют при изготовлении деталей типа оболочек, втулок, колец, заглушек. Такие детали обрабатывают на универсальных токарно-винторезных станках и на специальных станках.

Базирование деталей типа оболочек осуществляют по отверстию при помощи конических грибков с насечкой на конусной части, гладких конических грибков, разжимных колец с буртами, разжимных колец типа кулачковых патронов. При обработке оболочек большой длины для уменьшения прогибов применяют люнеты.

Требования точности размеров при обработке оболочек невысоки и соответствуют 11-му, 12-му квалитетам, параметр шероховатости поверхности $R_z > 20$ мкм, поэтому при таких требованиях к точности и шероховатости зачастую обработку осуществляют за один проход с полным снятием припуска (глубина резания до 5 мм). Чистовую обработку со снятием малых припусков (глубина резания до 1 мм) применяют сравнительно редко.

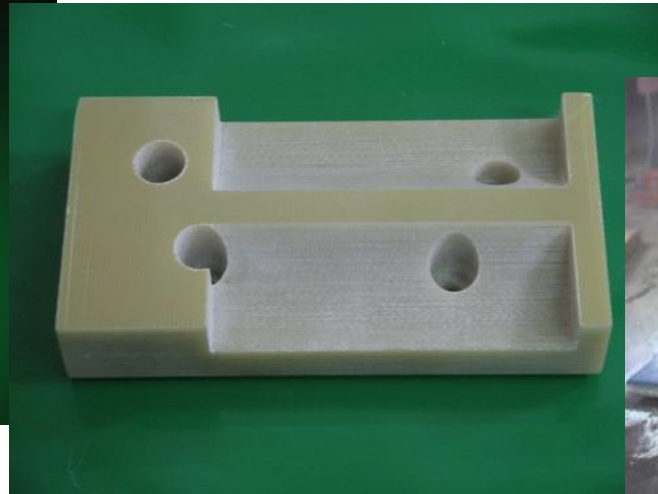


Точение изделий из стеклоуглепластиков



Для рационального построения технологического процесса токарной обработки необходима оптимизация наиболее важных структурных составляющих процесса точения:

- инструмента (т.е. его геометрических параметров и свойств инструментального материала),
- режимов резания (скорости резания v , глубины резания s и подачи t),
- качества обработанной поверхности.





Точение изделий из стеклоуглепластиков



Результаты большинства исследований показали, что наиболее оптимальным инструментальным материалом при обработке стеклопластика являются однокарбидные твердые сплавы.

Стеклопластики имеют низкую теплопроводность, они являются терморезистивными материалами; в зоне резания температура не должна превышать 300 °С. Выше этих температур происходит их размягчение и выгорание, а также интенсивная термодеструкция связующего. Поэтому для поддержания указанных температур при значительных скоростях резания инструментальный материал должен иметь высокую теплопроводность.

Так, теплопроводность однокарбидных вольфрамокобальтовых твердых сплавов в 1,6...2,6 раза выше, чем двухкарбидных сплавов, а это означает, что их стойкость при одинаковой твердости различается порой в шесть раз. Рекомендуется применение сплавов марок ВКЗМ, ВК2, ВК4.



Точение изделий из стеклоуглепластиков



При назначении марки твердого сплава следует иметь в виду, что с повышением содержания кобальта в сплаве увеличивается его прочность, но снижается износостойкость, поэтому легко объяснима более высокая стойкость сплавов с меньшим содержанием кобальта. Коэффициенты стойкости K_c различных марок твердых сплавов при обработке стеклопластиков следующие:

ВК8	1,0
В253	2,2
ВК3М	1,7
ВК2	1,7
ВК4	1,4
ВК6М	1,4
ВК8НВ	1,0
ТТ10К8Б	0,7
Т30К4	0,25
Т15К6	0,25



Точение изделий из стеклоуглепластиков



Изнашивание твердых сплавов при обработке стеклопластиков происходит главным образом за счет абразивного истирания кобальта и выпадения вследствие этого отдельных зерен карбидов. Этим можно объяснить и более высокую стойкость мелкозернистых сплавов с достаточно высоким содержанием кобальта, например ВК6М.

При выборе оптимальных геометрических параметров следует учитывать особенности резания композитов. Известно, что КМ обладают высокой упругостью и при резании имеют большие фактические площади контакта по задней поверхности.



Точение изделий из стеклоуглепластиков



Поэтому при обработке стекло- и углепластиков оптимальные значения заднего угла α намного больше, чем при резании металлов. Оптимальными будут значения α при обработке стеклопластика ($\alpha_{opt} = 20^\circ$) и при обработке углепластика = $25...30^\circ$). Для сравнения оптимальные значения угла α_{opt} при обработке большинства металлов и сплавов находятся в диапазоне от 8 до 12° .

Следовательно, необходимость применения больших задних углов γ является отличительной особенностью проектирования инструмента для обработки стекло- и углепластиков.

Оптимальные значения передних углов γ при обработке рассматриваемых материалов составляет $10... 15^\circ$.

Оптимальные геометрические параметры режущей части резцов для обработки стекло- и углепластиков приведены в таблице далее.



Геометрические параметры режущей части резцов, применяемых для обработки стекло- и углепластиков



Обрабатываемый материал	Материал режущей части	Геометрические параметры						
		α°	γ°	φ°	φ_1°	λ°	r , мм	l_f мкм
Стеклопластик	ВК2, ВК3М, ВК4, ВК6М, ВК8	20	10	45	15-45	0	1	—
	АСПК, АСБ	0-2	20	45	20	0	—	0,2-0,6
Углепластик	ВК2, ВК3М, ВК4, ВК6М, ВК8	25-30	15	45	15-45	0	1	—
	АСПК	0-2	20	45	20	0	—	0,2-0,6

Примечание: φ , φ_1 — углы в плане; r — радиус при вершине; l_f — длина фаски.



Точение изделий из стеклоуглепластиков



Данные для выбора оптимальных скоростей резания при точении стеклопластика приведены в таблице далее.

Значения скорости резания при точении стеклопластика

Глубина резания, мм	Скорость резания v , м/с, при подаче s , мм/об				Глубина резания, мм	Скорость резания v , м/с, при подаче s , мм/об			
	0,1	0,2	0,3	0,4		0,1	0,2	0,3	0,4
До 0,5	1,0	0,80	0,68	0,62	2,0–2,5	0,57	0,43	0,37	0,33
0,5–1,0	0,80	0,62	0,53	0,48	2,5–3,0	0,52	0,40	0,35	0,32
1,0–1,5	0,68	0,53	0,45	0,42	3,0–4,0	0,47	0,37	0,32	0,28
1,5–2,0	0,62	0,47	0,40	0,37					

Точение осуществляют резцами из твердого сплава ВК8, поэтому при использовании других видов инструментальных материалов все значения скорости резания следует умножать на поправочные коэффициенты



Сверление изделий



Одной из наиболее часто встречающихся и в то же время наиболее трудоемкой операцией при обработке является операция сверления.

Достаточно отметить, что трудоемкость сверлильных операций на некоторых изделиях достигает 70...80 % от общей трудоемкости процесса механической обработки. Естественно, что в этих условиях неправильный выбор режущего инструмента и режимов резания приводит к значительным издержкам.

Отверстия в ПКМ сверлят как в направлении армирующих волокон, так и перпендикулярно им, причем различают сверление отверстий сквозных и глухих.



Сверление изделий



У глухих отверстий торец должен быть перпендикулярен оси. Требования к точности отверстий относительно невелики и не превышают, как правило, 11-й, 12-й качества: параметр шероховатости поверхности должен соответствовать $R_z > 20$ мкм.

При таких требованиях к точности и шероховатости поверхности в большинстве случаев удовлетворительные результаты получают при сверлении твердосплавными сверлами из быстрорежущей стали.

Однако появление таких материалов, как боропластики, делает порой невозможным применение традиционных инструментов и приводит к необходимости применения инструментов из сверхтвердых материалов



Сверление изделий



Процесс сверления ПКМ сверлами из быстрорежущих сталей и твердых сплавов изучен достаточно полно. Что же касается процесса алмазного сверления, то этот процесс изучен менее полно и порой сдерживает применение прогрессивного метода в промышленности.

Повышение производительности и качества сверления ПКМ возможно только за счет применения алмазного сверления. Полимерные ПКМ в отличие от традиционных материалов обладают всеми специфическими свойствами, присущими как армирующим волокнам, так и полимерной матрице. Влияние связующего сказывается в первую очередь на ограничении интенсивности обработки (по температуре) в зоне резания.

Поэтому алмаз в данном случае является наилучшим инструментальным материалом.



Сверление изделий



Обладая самой высокой твердостью, алмаз имеет коэффициент трения по пластмассе значительно меньший, а коэффициент теплопроводности больший, чем у твердых сплавов.

Алмазное сверление повышает производительность труда, уменьшает расход режущего инструмента и улучшает качество обработанной поверхности.

Алмазные абразивные сверла состоят из двух частей: алмазоносного слоя и металлической оправки, на которую этот слой наносится.



Сверление изделий



Проектирование алмазного слоя включает в себя назначение марки, зернистости алмазного порошка, связки и выбор способа изготовления алмазного слоя. Проведенные исследования позволяют с достаточной надежностью рекомендовать в качестве связки никель, а в качестве метода изготовления — гальваностегию.

Зернистость алмазного порошка является одной из важнейших характеристик алмазных сверл, так как оказывает значительное влияние практически на все показатели процесса алмазного сверления: качество обработанной поверхности, производительность и срок службы сверл.



Разрезка изделий



Разрезку изделий из композитов применяют для получения требуемых размеров и форм изделий из листовых материалов, плит и оболочек, используя ленточные и дисковые пилы, абразивные и алмазные круги, струи жидкости высокого давления, лазерный луч.

При этом ленточные и дисковые пилы, дисковые фрезы (даже твердосплавные) обладают весьма низкой стойкостью, разрезка с их помощью малопродуктивна и не обеспечивает требуемого качества реза.

Наиболее эффективный метод — разрезка абразивными и алмазными кругами.



Разрезка изделий



Для резки рекомендуется применять абразивные круги из карборунда на вулканитовой и главным образом на бакелитовой связках твердостью от CM1 до CT1. Толщина круга составляет 1...4 мм, скорость вращения 2500...3500 мин .

Характерной особенностью процесса резки стеклопластиков абразивными кругами является их интенсивное изнашивание, которое заключается в выпадении отдельных зерен из-за сильного абразивного воздействия наполнителя обрабатываемого материала.

Кроме того, круг весьма интенсивно засаливается связующим и продуктами деструкции полимера. Интенсивность засаливания падает при обильном охлаждении обычной водой.



Разрезка изделий



Однако использование охлаждения в ряде случаев недопустимо: это существенно ограничивает область применения для резки абразивных кругов.

В то же время опыт использования для резки пластиков алмазных отрезных кругов показывает, что применение алмазного инструмента по сравнению с абразивным дает увеличение скорости и производительности в полтора-три раза и стойкости в десятки раз при улучшении качества обработки. Кроме того, алмазные отрезные круги позволяют производить резку без охлаждения жидкостью.

В последние годы в нашей стране и за рубежом в промышленном масштабе используют резку ПКМ с применением лазеров. Использование пучка лазера обеспечивает получение точных, чистых резов при скоростях, в несколько раз превышающих скорости механического резания.



Разрезка изделий



Важными преимуществами лазерной резки являются: отсутствие силы резания, а значит, и деформаций, напряжений, расслоений и растрескивания разрезаемых стенок объекта производства, чрезвычайно узкий рез (0,2 мм), отсутствие особых требований к рабочей среде, малая зона термической деструкции, высокая точность и скорость резания.

В состав лазерной установки для резания ПКМ входят: лазер (генератор излучения), оптическая система, система эвакуации продуктов резки, система подачи технологического газа и устройства для установки и перемещения объекта производства.

Поскольку пучок лазера не передает силу на обрабатываемую стенку объекта производства, то вопросы конструирования технологической оснастки и оборудования существенно упрощаются. При использовании лазерных систем возможны четыре варианта организации технологической операционной системы (т.е. взаимного расположения и перемещения лазера, оптической системы и заготовки).



Разрезка изделий



Лазерная головка неподвижно закреплена, а объект производства перемещается по заданной программе, формируя траекторию реза.

Лазерная головка перемещается над закрепленным объектом производства по заданной траектории.

Лазер и объект производства неподвижны, а пучок перемещается относительно объекта производства по заданной программе с помощью подвижных зеркал.

Комбинированная система: по одной из координат перемещается лазерный пучок, а по другой - объект производства.

Использование лазера на углекислом газе для резки ПКМ позволяет увеличить производительность операции в пять — десять раз и существенно улучшить санитарно-гигиенические условия труда.



Параметры лазерной резки ПКМ и волокнистых полуфабрикатов



Параметры лазерной резки ПКМ и волокнистых полуфабрикатов

ПКМ или полуфабрикаты	Толщина, мм	Скорость резки, м/с	Ширина резки, мм
Стеклоткань МКТ	5	0,8	0,5
Стеклоткань ТСФ	1,5	5,0	0,4
Кварцевая ткань	5	0,50	0,5
Стеклопластики на основе ткани МКТ и эпоксидного связующего	3	0,25	0,4
	6	0,10	0,4
	9	0,05	0,7
Стеклотекстолит ПСД-Д	15	0,01	0,8
Органопластик	5	1,50	0,5
Боропластик	3	0,30	0,4
Углепластик	3	0,50	0,5
Кварцевое стекло	1	0.02	0,2

Используется также резка ПКМ водяной струей, истекающей из сопла со скоростью 600...800 мм/с. Для получения потока с такой скоростью давление в технической системе для подачи воды должно быть равно 294...441 МПа.

Для резки ПКМ используют сопла диаметром 0,1...0,3 мм. Расход воды составляет 1,04...1,40 л/мин, скорость резания 100...4000 мм/мин.

Так как при сверхвысоких давлениях температура замерзания воды возрастает, то при давлении свыше 900 МПа можно применять водоглицериновую смесь, имеющую пониженную температуру замерзания.

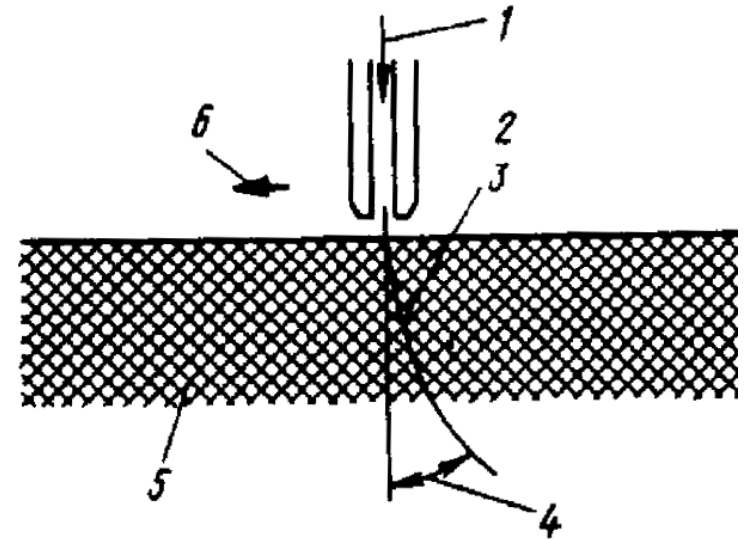


Схема гидрорезки:
1 – водяная струя; 2 – сопло форсунки; 3 – линия разреза; 4 – угол отклонения струи от прямого направления; 5 – разрезаемая деталь; 6 – направление движения сопла



Разрезка изделий



При таких давлениях и скоростях водяная струя диаметром 0,1...0,3 мм имеет жесткость и твердость, присущую искусственному сапфиру и способна разрезать стенки из ПКМ толщиной до 25 мм.

Ширина реза составляет от 0,15 до 0,35 мм. Операция выполняется без образования пыли и запаха, в связи с чем обеспечивается высокая производительность труда. Разрезаемый материал остается сухим.

К недостаткам операции относят высокий уровень шума при обработке и необходимость тщательной фильтрации жидкости.



Ультразвуковая механическая обработка



Проблема создания новых высокоэффективных методов обработки конструкционных материалов остается одной из главных в машиностроении.

Очевидна и необходимость расширения возможности современных универсальных металлорежущих станков, поскольку на многих производствах имеется значительное количество морально устаревшего, но не изношенного оборудования.

Один из путей – замена на нем устаревших систем управления на новые современные.

Второй путь связан с созданием дополнительных устройств и приспособлений, расширяющих возможности существующих универсальных станков.



Ультразвуковая механическая обработка



В этом отношении большой интерес представляют результаты, полученные при использовании ультразвуковой механической обработки деталей из композитов и других трудно обрабатываемых материалов. Этот метод основан на явлениях, сопровождающих процессы введения ультразвуковых колебаний в рабочие среды или в зону контакта инструментов с обрабатываемой поверхностью.

Базой для его реализации при обработке конструкционных материалов являются существующие технологические процессы: точение, сверление, фрезерование, резка и др.

Оптимизация процессов ультразвуковой обработки ведется по трем параметрам — частоте, амплитуде колебаний и их направлению относительно скорости резания.



Ультразвуковая механическая обработка



Проведенные исследования показали сложный и неоднозначный характер влияния ультразвука на процессы деформирования и разрушения материалов. Установлено, что ультразвуковое воздействие является эффективным способом повышения внутренней энергии кристаллов.

В отличие от тепловой энергии, поглощаемой равномерно во всем объеме, затухание ультразвука происходит в основном в местах появления дефектов, поэтому ультразвук значительно увеличивает энергию дислокации, активизирует источники их образования.

При одновременном действии статических и высокочастотных динамических нагрузок значительно снижается сопротивление материалов пластической деформации.

Ультразвуковой эффект снижения сопротивления металлов пластическому деформированию реализован в технологических процессах поверхностного упрочнения при чистовой обработке маложестких, тонкостенных деталей и деталей с мягкими покрытиями.

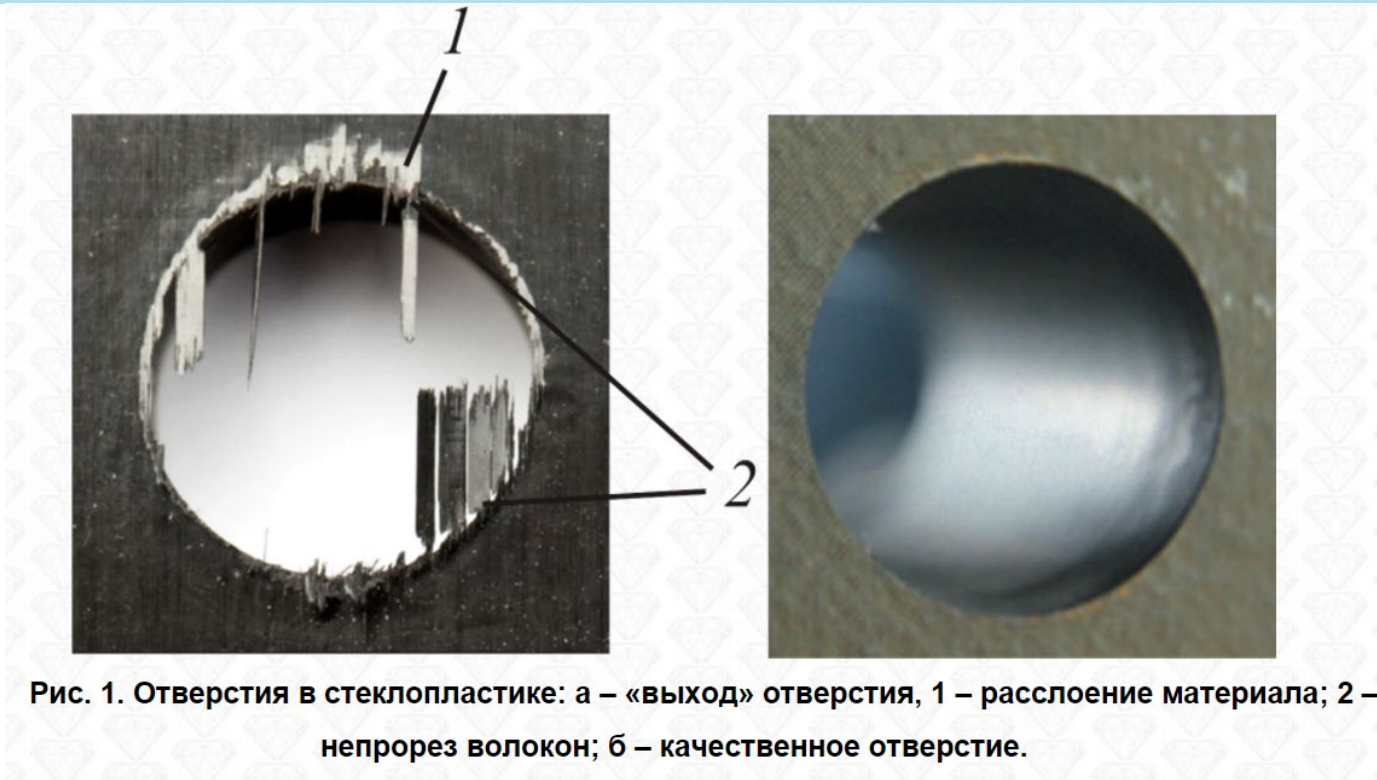


Рис. 1. Отверстия в стеклопластике: а – «выход» отверстия, 1 – расслоение материала; 2 – непрорез волокон; б – качественное отверстие.



Ультразвуковая механическая обработка



В основе всех процессов ультразвуковой механической обработки материалов лежит ряд сложных физико-химических явлений, которые можно разделить на две группы:

1) явления, связанные с контактным воздействием вибрирующего инструмента на обрабатываемую поверхность: пластическое деформирование или хрупкое разрушение поверхностных слоев, изменение сил трения, выделение теплоты и повышение контактной температуры - граничная диссипация;

2) явления, происходящие в обрабатываемой детали, связанные с действием ультразвуковых деформаций: ускорение диффузии и диффузионных превращений, увеличение скорости ползучести или релаксации напряжении, снижение сопротивления пластическому деформированию, нагрев деформируемой зоны — объемная диссипация энергии.



Ультразвуковая механическая обработка



Сообщение режущему инструменту ультразвуковых колебаний оказывает сложное и многогранное воздействие на процессы резания:

- периодическое изменение модуля и направления вектора действительной скорости резания,
- периодическое изменение кинематических углов инструмента,
- изменение условий формирования поверхностного слоя детали, приводящее к улучшению его качества (снижение растягивающих остаточных напряжений),
- изменение условий трения на рабочих гранях и устранения наростообразования,
- повышение динамической устойчивости системы станок—инструмент—деталь,
- улучшение условий доступа в рабочую зону смазочно-охлаждающих жидкостей и повышение их эффективности,
- уменьшение сил и мощности, затрачиваемой на стружкообразование.



Ультразвуковая механическая обработка



Исследования показали, что наибольший эффект применения ультразвука наблюдается при резании с небольшими сечениями среза и невысокими скоростями резания $v < 20$ м/мин).

Весьма эффективна ультразвуковая обработка композитов и керамики специальными алмазными инструментами, сверление глубоких отверстий малого диаметра (2...8 мм), фрезерование пазов и канавок, а также доводка тел вращения.

При изготовлении цилиндрических и конических отверстий в композитах (особенно в керамических материалах) наиболее целесообразна и эффективна ультразвуковая обработка вращающимся трубчатым алмазным инструментом на металлической связке. При этом производительность процесса повышается в 20 - 50 раз, значительно (по сравнению с обработкой суспензией карбида бора) увеличиваются точность и глубина обработки.



Ультразвуковая механическая обработка



Ультразвуковое алмазное сверление может быть реализовано в двух вариантах:

- с постоянной статической нагрузкой (как при ультразвуковой размерной обработке свободным абразивом);
- с постоянной принудительной подачей.

Выбор варианта зависит от конкретных производственных условий. Более предпочтительным является первый вариант.

Применение ультразвуковых устройств, специальных алмазных инструментов и технологических процессов обработки значительно расширяет возможности существующих станков при обработке композитов и других специальных материалов.

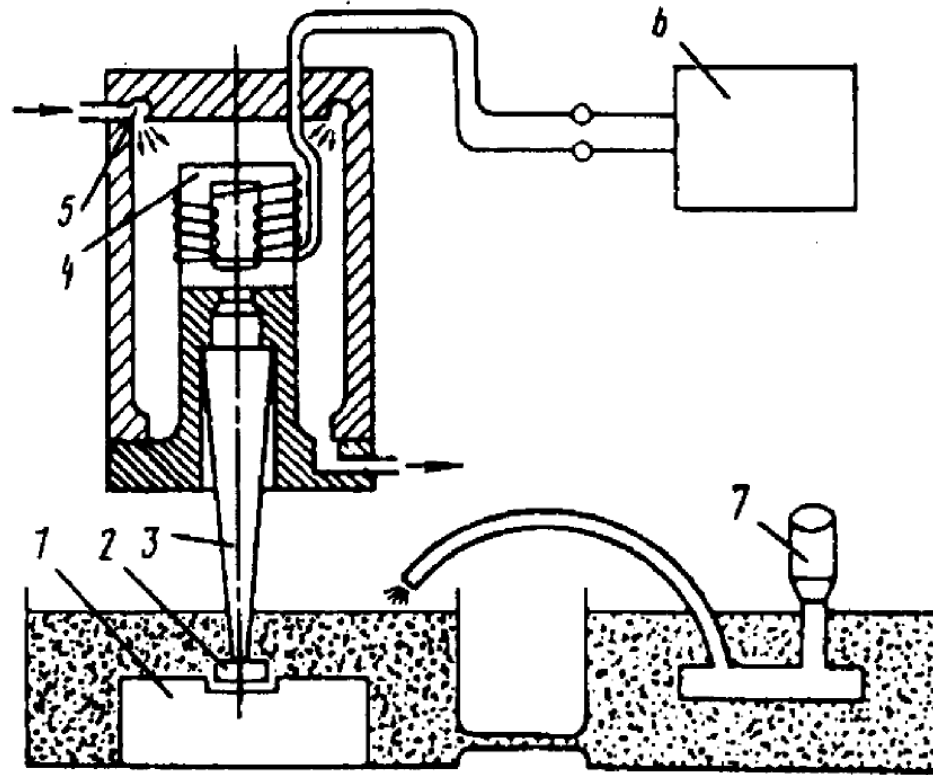


Схема ультразвуковой обработки:

1 – заготовка; 2 – инструмент; 3 – концентратор; 4 – магнито-
стрикционный пакет; 5 – кольцо для разбрызгивания воды; 6 –
генератор ультразвуковых колебаний; 7 – центробежный насос



Заключение



В результате данной лекции были кратко рассмотрены и проанализированы некоторые традиционные и новые методы механической обработки ПКМ и МКМ, такие как:

- 1) токарная обработка;
- 2) точение, сверление и резка изделий из ПКМ;
- 3) ультразвуковая механическая обработка.

Кроме того, были рассмотрены особенности процесса резания и формирования поверхностного слоя ПКМ и МКМ.



Контактная информация



Е-mail:	kartashov@bmstu.ru
Рабочий телефон :	18-09
Мобильный телефон:	+7(926)275-0886

Спасибо за внимание!