

УДК 621.923.

В.В. КОЛОМИЕЦ, докт. техн. наук, проф., Харьков;**В.А. ФАДЕЕВ**, докт. техн. наук, проф., Харьков;**О.С. КЛЕНОВ**, Харьков.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРЕНИЯ И ДИНАМИКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ВТ-22 И ОТ4

Організаційна оцінка оброблюваності різанням титанових сплавів ВТ-22 і ОТ4, значення коефіцієнта тертя і сил різання.

Organizational assessment of machinability of titanium alloys VT-22 and OT4, coefficient of friction and cutting forces.

Организационная оценка обрабатываемости резанием титановых сплавов ВТ-22 и ОТ4, значение коэффициента трения и сил резания.

Проведенные рядом авторов исследования по обрабатываемости титановых сплавов [1, 2, 3] инструментами из различных материалов показывают, что наиболее эффективны при их обработке синтетические поликристаллические алмазы типа карбонадо (АСПК) и баллас (АСБ). Установлено, что их работоспособность во многом зависит от геометрии инструментов, режимов резания и выбранной СОЖ. При обработке титановых сплавов ВТ6 и ВТ22 [3] рекомендуют применять увеличенные задние углы α (16-200), при небольших отрицательных передних углах α (-5÷-80), малых главных углах в плане ϕ (30-400) и зачистных кромках $lf=0,1\div0,15$ мм. При этом рекомендуется скорость резания 1,5-2,0м/с, подача 0,02-0,04мм/об и глубина резания 0,15-0,35мм с применением маловязкого неактивного масла МР-4. При этих условиях обработки стойкость резцов из карбонадо составляет 600-800мин.

Однако проведенные исследования в основном констатируют обрабатываемость титановых сплавов без научного обоснования процессов происходящих в контакте инструмента с деталью. Поэтому в данной работе ставилась задача исследовать вопросы трения и динамики при обработке титановых сплавов и установить их влияние на обрабатываемость сплавов ВТ-22 и ОТ4. Исследовалась зависимость коэффициентов трения от скорости трения-скольжения и контактного давления инденторов из АСПК-2 и титанового сплава ВТ-22 $\sigma_b=1100-1150$ МПа.

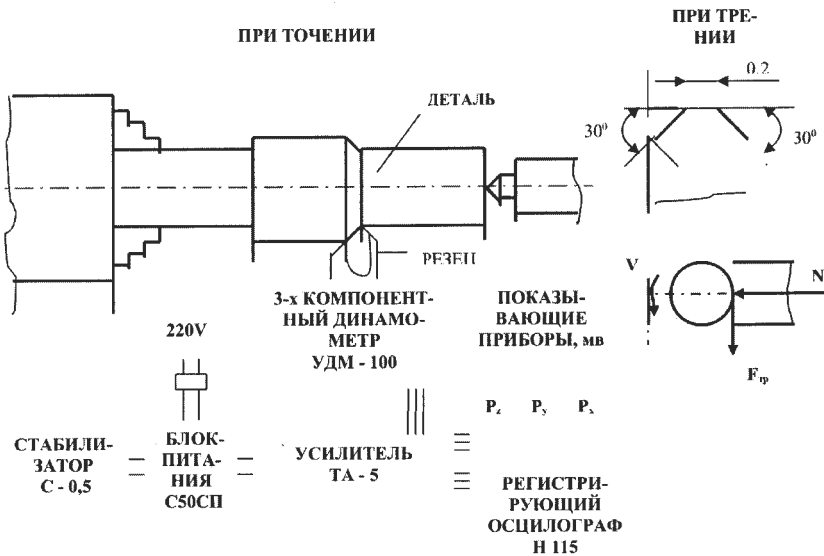


Рис. 1. Схема моделирующей установки для определения коэффициентов трения и измерения сил резания.

На рис.1 приведена схема моделирующей установки, которая применялась при определении коэффициентов трения и сил резания. Инденторы и резцы из АСПК-2 изготавливались на заточном станке с помощью кругов из синтетических алмазов и доводились на чугунном диске, маркированном алмазной пастой.

На рис.2 приведены зависимости коэффициента трения μ от скорости трения-скольжения V и от контактного давления q пары АСПК-2-ВТ-22. Из приведенных зависимостей видно, что с увеличением скорости трения-скольжения от 0,7 до 5м/с величина коэффициента трения имеет экстремальный характер зависимости. Сначала с увеличением скорости до 1,2м/с коэффициент трения возрастает до 0,65, а затем с увеличением скорости до 2,5м/с его величина уменьшается до 0,4, что можно объяснить влиянием нароста, с увеличением скорости который исчезает. Дальнейшее увеличение скорости трения-скольжения приводит к увеличению температуры в зоне контакта и образованию условий схватывания трущихся пар, т.е. на величину коэффициента трения оказывают мгновенный адгезионный износ, который и приводит к росту коэффициента трения от 0,4 до 0,7.

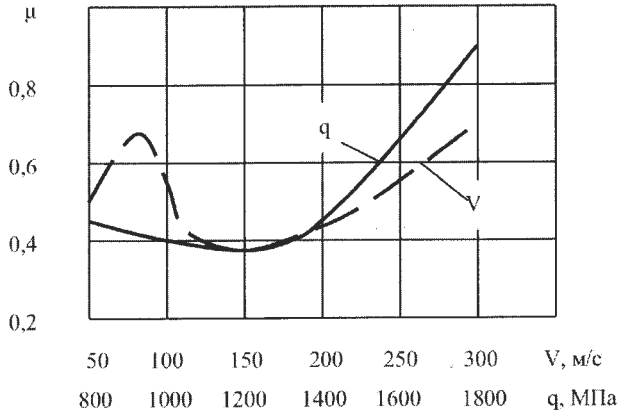


Рис. 2. Влияние скорости резания V м/с и контактного давления q МПа на коэффициент трения μ .

Приведенная зависимость величины коэффициента трения от контактного давления также носит экстремальный характер с минимумом при контактном давлении 1000-1200 МПа, которое наблюдается при скоростях трения-скольжения, при которых были минимальным и коэффициент трения в зависимости $\mu=f(v)$. Опытами установлено, что именно такие контактные давления 1000-1200 МПа возникают при чистовом точении, следовательно, они и приводят к малым коэффициентам трения и, следовательно, к малым силам резания, от которых и зависит обрабатываемость титановых сплавов.

На рис.3 приведены зависимости составляющих сил резания от подачи и глубины резания, при чистовом точении титанового сплава BT-22 резцами из АСПК-2. Из расположения графиков видно, что увеличение и подачи и глубины резания приводит к увеличению всех составляющих сил резания. Однако, увеличение подачи в большей степени приводит к увеличению составляющих сил резания, что можно объяснить большими контактными давлениями, которые возникают с увеличением подачи и приводят к большим коэффициентам трения и силам резания. Поэтому при чистовом точении титановых сплавов резцами из АСПК-2 весь припуск желательно снимать за один проход с малой величиной подачи.

При исследовании обрабатываемости титанового сплава ОТ4 сравнительно невысокой прочности ($\sigma_b=600-900$ МПа) применялась такая же аппаратура и методика измерения сил резания как и при точении сплава BT-22. Однако в данном случае опыты проводились

резцами из алмазов ДАП, АСПК-2 и АСБ и для сравнения резцами из твердого сплава ВК8 [4]. Геометрические параметры всех резцов были одинаковы: $\gamma=50$; $\alpha=\alpha_1=160$; $\varphi=400$; $\varphi_1=200$; $\varphi_0=00$; $lf=0,2\div0,3$ мм.

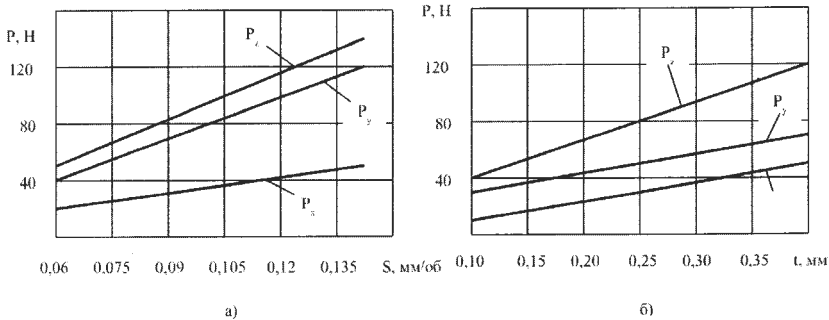


Рис. 3. Влияние: а) подачи S , мм/об; б) глубины резания t , мм, на силы резания P_z , P_y , P_x .

Одной из особенностей динамики при обработке титанового сплава ОТ-22 резцами из АСПК-2 является то, что сила резания, из-за мало площади контакта стружки с передней поверхностью резца, сосредотачивается на узкой кромке резца. При этом, резко в 2-3 раза возрастает удельная сила на единицу длины режущего лезвия.

Малая площадь контакта стружки, сочетаясь с достаточно высокой прочностью титанового сплава ВТ-22, приводит к большим нормальным контактным давлениям. Повышенная твердость стружки, которая увеличивается в процессе ее деформации, приводит к повышенному износу режущей кромки, которая еще больше увеличивает удельную силу резания. Поэтому при обработке таких титановых сплавов как ВТ-22, которые имеют сравнительно низкую теплопроводность, в зоне резания возникают высокие температуры резания, вызывающие явления схватывания, т.е. адгезийный износ режущих кромок.

Из приведенных данных видно, что при обработке такого высокопрочного титанового сплава наблюдаются увеличенные значения составляющих P_y и P_x силы резания, что приводит к сосредоточению силы резания в основном на режущей кромке, что и вызывает ее быстрый износ. Кроме того, проведенными ранее опытами установлено, что увеличенные удельные силы резания вызывают увеличенные температуры в зоне резания, которые сильно снижают прочность срезаемого слоя, что в некотором смысле приводит к улучшению обрабатываемости высокопрочных титановых сплавов.

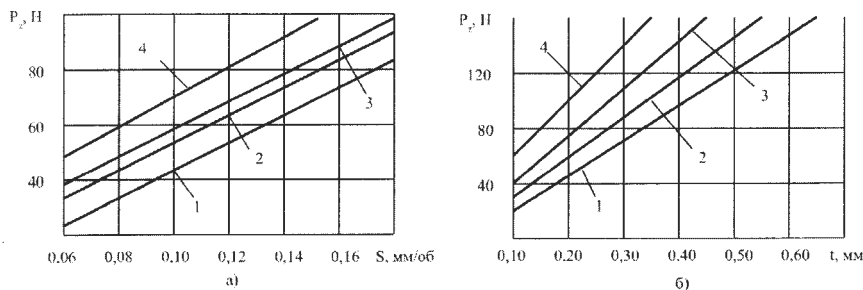


Рис. 4. Влияние: а) подачи S , мм/об; б) глубины резания t , мм, на вертикальную силу резания P_z при точении ОТ4 резцами из: 1 – ДАП; 2 – АСПК-2; 3 – АСБ; 4 – ВК8 при $V_{1,2,3}=1,5$ м/с; $V_4=0,7$ м/с: $t=0,2$ мм и $S=0,10$ мм/об.

При исследовании зависимости $P=f(S)$ величина глубины резания была постоянной $t=0,2$ мм, а при исследовании зависимости $P=f(t)$ величина подачи была постоянной $S=0,1$ мм/об при скорости резания $V=1,5$ м/с при точении резцами из СТМ и $V=0,7$ м/с при точении резцами из ВК8.

Результаты исследования представлены на рис.4. Из расположения графиков видно, что наименьшие величины силы P_z наблюдаются при точении двухслойными алмазными пластинами ДАП, а наибольшие величины сил резания наблюдаются при точении резцами из твердого сплава ВК8. Это можно объяснить тем, что ДАП имеют наименьшую величину коэффициента трения и наименьшую величину радиуса округления режущих кромок, что и приводит к меньшим (на 50-60% по сравнению с ВК8) силам резания. При этом эти силы по величине значительно меньше, чем при таком же точении ВТ-22.

Проведенными опытами установлено, что характер зависимости силы резания от подачи и глубины резания одинаков для всех исследуемых инструментальных материалов, а величина из различная, что можно объяснить различными коэффициентами трения радиусами округления режущих кромок и характером контактного взаимодействия трущихся пар. При износе резцов из СТМ при точении титановых сплавов наблюдается превышение радиальной силы P_R над тангенциальной силой P_Z , что отрицательно влияет на точность обработки. Эту особенность процесса необходимо учитывать при окончательных операциях изготовления деталей.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены особенности обрабатываемости титановых сплавов ВТ-22 и

ОТ4 и установлено, что обрабатываемость ВТ-22 оцениваемая силами резания трудная, а ОТ4 – легкая.

Список литературы:

1. Лоладзе Т.Н., Бокучава Г.В. О рациональных областях применения инструментов из синтетического алмаза и кубического нитрида бора. // Синтетические алмазы, вып.3. – К., 1975.
2. Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов. // Под ред. Н.И. Резникова. – М.: Машиностроение, 1972.
3. Аранзон М.А. Точение сталей и сплавов резцами из синтетических сверхтвердых материалов. – Куйбышев: КПИ, 1977.
4. Коломиец В.В. Новые инструментальные материалы и области их применения. – К.: УМКВО, 1990. – 64с.