

УДК 621.01.531.3

М. А. ЕСАЯН, А. А. МАТХАШЯН

К ВОПРОСУ О СТАБИЛЬНОСТИ КАЧЕСТВА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «ВАЛ»

Рассматриваются результаты исследования стабильности качества при прецизионной обработке стержневых заготовок в связи с деформационными и вибрационными процессами в динамической системе станка. Установлено нарушение требуемой шероховатости на отдельных участках обрабатываемой заготовки, обусловленное динамическими воздействиями на систему. В целях обеспечения стабильности качества по длине обрабатываемой поверхности показана роль установочных операций и средства, также направления движения подачи.

Ил. 3. Библиогр.: 1 назв.

Մեկաբերված է ձողանե նախապատրաստվածքների մշակման մշակման կայունության հետազոտման արդյունքները, կապված Պատուցի դինամիկական համակարգի դեֆորմացիան և թրքի թրաօւյին արոցանների վրա Հաշվաբերված ևն մշակվող նախապատրաստվածքի տարրեր տեղամասերում խորզորոգությունների պահանջվող մեծության խախտումներ, որոնք պայմանազորված են ամակարգի վրա դինամիկական ներդրություններով: Ցույց է արված տեղահաման օպերացիաների, հարմարանքների և ինչպես նաև մատուցման ուղղության դերը նախապատրաստվածքի ամբողջ երկարությամբ մակերևույթի կայուն որակ ապահովելու դրժում:

В обеспечении требуемых параметров качества деталей класса «вал» и их стабильности по всей длине обработанной поверхности существенными являются деформационные и динамические процессы, возникающие в технологической системе станка и приводящие к снижению производительности, точности и увеличению шероховатости. С этой точки зрения опасными являются автоколебания.

Современные тенденции анализа динамики станочных систем предусматривают наличие в них замкнутого автоколебательного контура [1] и внешних возмущающих воздействий от элементов контура—упругой системы станка (УСС) и процесса резания (ПР). Суждение о виброустойчивости системы при резании, об условиях возникновения или отсутствия автоколебаний составляется только лишь сопоставлением характеристик этих элементов контура с учетом внешних воздействий от УСС и ПР. Характеристика УСС определяется податливостью УСС при статических или динамических воздействиях, а характеристика ПР—статистическим или динамическим коэффициентом резания [1, 2]. Эти характеристики на различных участках обрабатываемой детали приобретают разную оценку, чем и обуславливается невозможность однозначного определения динамических характеристик элементов автоколебательного контура, нарушение однородности и стабильности показателей качества производимой продукции. Из этого следует необходимость установления условий устойчивости технологической системы, лимитирующих возникновение автоколебательного про-

цесса вдоль длины обрабатываемого вала. Основанием для решения этой задачи служит анализ динамики замкнутой системы при указанных предположениях о наличии внешних возмущающих воздействий на элементы автоколебательного контура с целью установления упрощенного критерия устойчивости

$$K_2^{dyn} W_{max}^{dyn} = \frac{1}{2} \quad (1)$$

где K_2^{dyn} — динамический коэффициент резания, W_{max}^{dyn} — максимальная динамическая податливость УСС.

При этом допускалось, что система консервативна, наиболее тяжелые условия создаются при обработке с полным перекрытием режущей кромкой «следов» вибраций и оперируем значением максимальной динамической податливости УСС. Последние два допущения гарантируют устойчивость при любых прочих условиях.

Рассматриваются результаты экспериментов, предусматривающие связь вибрационных процессов с микрогеометрией обработанных поверхностей. Опыты производились на токарном прецизионном станке модели 16У04П. Обрабатывалась предварительно чисто обточенная заготовка из стали 4Х диаметром 36—38 мм и длиной 300 мм.

Использовались проходные резцы Т15К6 с геометрией $\alpha = \alpha_1 = 10^\circ$, $\varphi = 42^\circ$, $\varphi_1 = 15^\circ$, $\gamma = -7^\circ$, $r = 0,5$ мм. Схема установки показана на рис. 1.

В процессе экспериментов устанавливались величины составляющих силы резания, параметры вибраций и контролировалась частота вращения шпинделя. Заготовка устанавливалась на передний рифленый центр и на задний неподвижный или вращающийся центр для образования возмущений от подшипников качения.

Усадка стружки определялась при устойчивом (ξ_0) и неустойчивом резании (ξ_1).

Показано, что усадка стружки по толщине при устойчивом резании имеет тенденцию к возрастанию с увеличением глубины резания, а увеличение подачи существенного влияния на изменение ξ_0 не оказывает. При малых подачах усадка увеличивается и при вибрациях характеризуется условием $\xi_1 > \xi_0$. Эти положения хорошо согласуются с видом стружек, образующихся при устойчивом и неустойчивом резании. При резании в устойчивой области режимного поля образуется сливная стружка, в условиях неустойчивости — укороченная в виде сегментообразных завитков, а при сильных вибрациях — дробленая. Следовательно, усадка и вид стружки характеризуются не

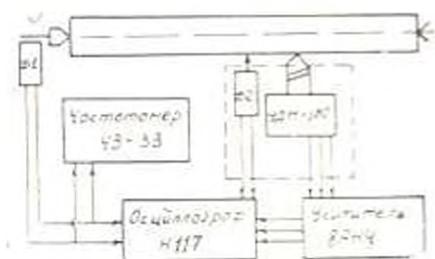


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: Д1 — датчик частоты вращения шпинделя; Д2 — вибродатчик типа СБМ16.

только свойствами обрабатываемого материала, но и динамикой процесса резания. Можно утверждать [3], что эти изменения процесса стружкообразования обусловлены соответствующими изменениями угла сдвига, приводящими к изменению силы и коэффициентов резания.

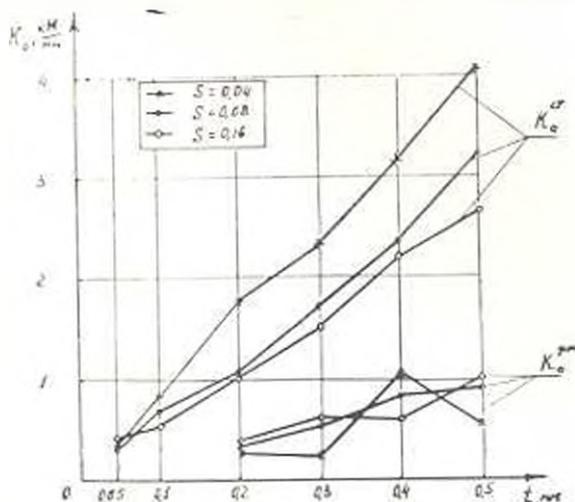


Рис. 2. Статический и динамический коэффициенты при различных условиях резания.

С увеличением глубины резания при любом значении подачи значения $K_c^{ст}$ и $K_c^{дин}$ увеличиваются (рис. 2). При меньших подачах они больше, а во всем диапазоне изменения t и S : $K_c^{ст} > K_c^{дин}$. Это согласно (1) означает, что с увеличением t система все больше приближается к границе неустойчивости, однако для более достоверной оценки этого условия следует располагать данными о динамической характеристике УСС. С этой целью производились измерения статической податливости (жесткости) обрабатываемого вала по всей его длине — от задней бабки к передней. При определении динамической податливости УСС использовалось выражение

$$W_{дин} = W_{ст} \mu, \quad (2)$$

где $\mu = 1,15$ — динамический коэффициент [4]. По результатам измерений наибольшая динамическая податливость обозначается в средней части вала. Следовательно, стабильность показателей качества не будет сохраняться вдоль длины обрабатываемого вала. Наряду с этим, отклонения стабильности качества обуславливаются также влиянием внешних возмущающих воздействий от подшипников качения вращающегося центра, приводящих к резкому сокращению запаса устойчивости. Данное обстоятельство подтверждается рис. 3, на котором представлены зависимости зон безвибрационного резания от соотношения длины поверхности без следов вибраций к общей длине вала, глубины резания и подачи.

Установлено также, что при точении в направлении от задней бабки к передней шероховатость уменьшается от $R_a=3,21$ мкм до $R_a=1,35$ мкм с одновременным уменьшением амплитуды колебаний. При противоположной направленности движения подачи шероховатость не только меньше ($R_a=0,35-0,87$ мкм), но и распределена более стабильно по всей длине вала.

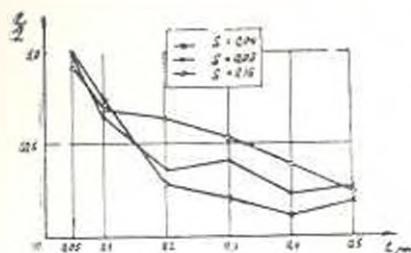


Рис. 3. Зависимость отношения длины зоны безэластичного резания l к общей длине заготовки L от глубины резания и подачи.

В поисках путей исключения динамических воздействий от задней опоры вала опыты проводились с установкой заготовки на задний неподвижный центр вместо вращающегося. Получено, что при идентичных условиях резания с базированием на неподвижный центр $l/L=0,8-1,0$, а при базировании на вращающийся центр $l/L=0,4-0,7$. Значения параметра R_a на участках устойчивого резания равнялись $0,35-0,42$ мкм, на участках неустойчивого резания во втором случае — $15-74$ мкм, а в первом — $2,4-3,2$ мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудинов В. А. Динамика станков.—М. Машиностроение, 1967.—359 с.
2. Кайров С. С. Колебания металлорежущих станков.—М. Машиностроение, 1978.—200 с.
3. Албрехт П. Динамика процесса резания металла // Тр. амер. общ. инж.-мех. Конст. и тех. маш.—1965.—Сер. В.—Т. 87, № 4.—С. 40—51.
4. Колен К. С. Вопросы точности при резании металлов.—М.—К.: Машгиз, 1961.—134 с.