

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

канд. техн. наук, доцент **Убайдуллаев Гайрат Кучкарович**
Ташкентский государственный транспортный университет,
gayratubaydullaev1948@gmail.com

стар. преп., **Эргашев Нурилло Тохирбек угли**
Ташкентский государственный транспортный университет,
ergashevnurillo657@gmail.com

Ассистент., **Шадиев Санат Рустам угли**
Ташкентский государственный транспортный университет
shadiev0080@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы температурных деформаций технологических систем, перечисляются источники теплообразования, указывается их влияния на точность обработки и даются рекомендации по их снижению и стабилизации.

Ключевые слова: Отказ, трения, износ, процесс, изнашивание, механизм, оператор, внешнее среда, режим работы, эксплуатационное воздействия, долговечность.

ABSTRACT

The article discusses the issues of temperature deformations of technological systems, lists the sources of heat generation, indicates their influence on the accuracy of processing, and gives recommendations for their reduction and stabilization.

Key words: Failure, friction, wear, process, wear, mechanism, operator, environment, operating mode, operational impact, durability.

Точность изготовления деталей транспортных средств наряду с другими факторами зависит и от температурных деформаций, возникающих в процессе их механической обработки. При этом основным источником образования теплоты в технологической системе является механическая работа, затрачиваемая на резание, и работа, затрачиваемая на преодоление сил трения, возникающих в стыках движущихся деталей станка [1, 2, 3, 4]. К этому

добавляется также теплота, образующаяся в гидравлических и электрических системах станка.

Перечисленные источники теплоты оказывают различное влияние на точность обрабатываемых деталей и ее отдельные характеристики. При этом значительная часть теплоты, образующейся в зоне резания, уходит в стружку, часть теплоты уходит через режущий инструмент, а часть теплоты удаляется в окружающую среду через обрабатываемую деталь, нагревая и деформируя ее [5, 6, 7].

Теплота, образующаяся от работы трения в станке, изменяет температуру его деталей и тем самым вносит определённые коррективы в их положение при работе в станке. Все вместе взятое порождает температурные деформации технологической системы, удельное влияние которых среди других составляющих погрешности обработки бывает различно. По мере уменьшения допусков на обрабатываемые детали и увеличения режимов обработки влияние температурных деформаций возрастает. Это в первую очередь относится к обработке высокоточных деталей [8, 9, 10, 11].

Все эти источники теплоты в зависимости от тех или иных условий оказывают естественно разное влияние на величину колебание температуры различных звеньев технологической системы и, следовательно, на величину и характер их температурных деформаций. Эти деформации порождаются отклонениями температуры звеньев технологической системы от нормальной, при которой она была изготовлена и проверена на точность.

Равномерное изменение температуры какой-либо свободной детали порождает увеличение или уменьшение ее размеров. Неравномерное изменение температуры приводит к искажению формы. Так как большинство деталей связаны друг с другом, неравномерное увеличение или уменьшение температуры каждой из них вызывает не только изменение их размеров и формы, но и их относительных положений, порождающих погрешности обрабатываемых деталей. На рис.1 показаны кривые, характеризующие изменения температуры, перемещений отдельных элементов, а также изменения радиуса обрабатываемых деталей. Из графиков видно, что в ряде случаев перемещение возрастает быстрее увеличения температуры. Эта объясняется это тем, что повороты деталей станка, происходящие из-за неравномерного нагрева деталей, увеличивают перемещения связанных с ними других деталей пропорционально расстояниям до точек, в которых измеряется перемещение от оси поворотов.

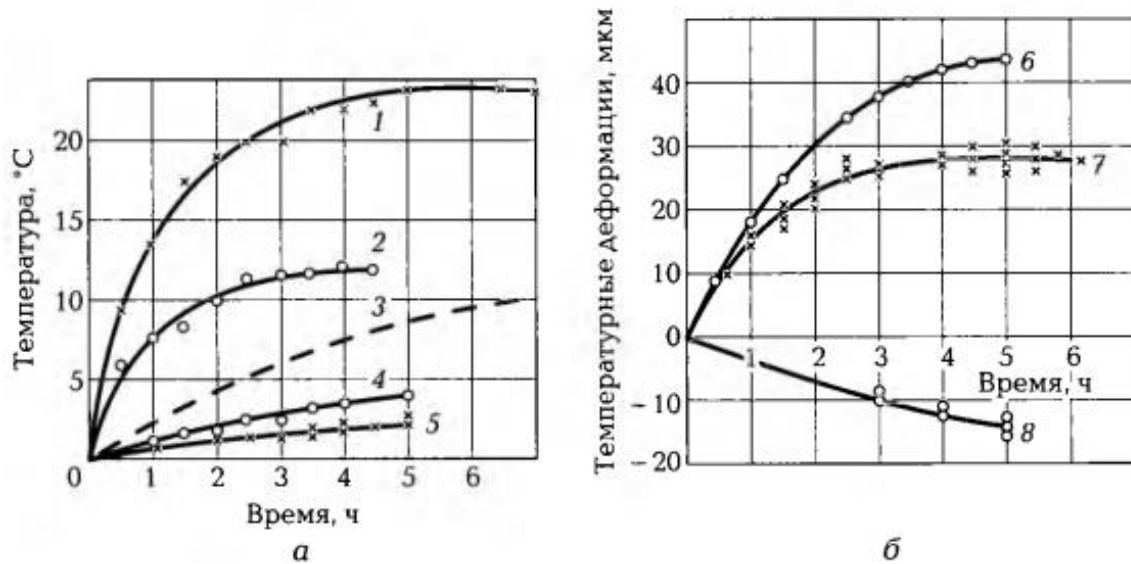


Рис. 1. Кривые, характеризующие изменения температуры (а) и температурные деформации (б) элементов станка: 1 - нагрев масла гидравлической системы; 2 - нагрев корпуса шлифовальной бабки; 3 - нагрев станины при максимальном расчетном режиме работы; 4 - нагрев станины при нормальном режиме работы; 5 - нагрев СОЖ; 6 – перемещение шлифовального круга в результате температурных деформаций корпуса бабки и винта врезания; 7 - изменение радиуса обрабатываемой детали; 8 – перемещение детали в результате деформации станины станка.

– Температурные деформации станков оказываются во многих случаях соизмеримыми с допусками на обрабатываемые детали. Поэтому приходится принимать меры для стабилизации температурных деформаций, которые позволяют в ряде случаев уменьшать их влияние на точность деталей путем внесения необходимых поправок в настройку технологической системы на требуемую точность. При этом основными мероприятиями служат:

– поддержание температуры воздуха в помещениях в требуемых пределах. Например, при обработке точных деталей на координатно-расточных станках температура в помещении поддерживается на уровне $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ и даже в еще более узких пределах;

– дополнительное охлаждение или подогрев станин станка или корпусных деталей для уменьшения температурных деформаций. Подвод потока теплого воздуха от шпиндельной бабки вертикального плоскошлифовального станка к задней стенке станины позволяет сравнить ее температуру с температурой передней стенки и тем самым уменьшить температурную деформацию станины, порождающую отклонение оси вращения шпинделя от перпендикулярности рабочей плоскости стола станка. Экранирование станков также помогает в ряде

случаев уменьшить влияние тепловых источников и температурные деформации станка;

– предварительный разогрев станков до температуры, при которой создается устойчивое тепловое равновесие. Разогрев может осуществляться путем работы станка на холостом ходу, на несколько форсированных режимах или путем искусственного нагрева;

– исключение длительных перерывов в работе станка, в течение которых он может заметно изменить температуру. Температурные деформации режущих инструментов оказывают в ряде случаев существенное влияние на точность обрабатываемых деталей.

Температурные деформации обрабатываемых заготовок оказывают во многих случаях решающее значение на получение требуемой точности. При этом количество теплоты, переходящей в обрабатываемую заготовку, зависит главным образом от режимов обработки и может достигать при работе без охлаждения 50...60% общего количества теплоты, выделяющейся при резании, особенно на чистовых и отделочных операциях. У большинства обрабатываемых заготовок производится постепенная обработка отдельных участков одной поверхности или одновременно нескольких поверхностей [12, 13, 14].

Благодаря этому источник теплоты, образующийся в зоне резания, непрерывно (например, при точении, сверлении) или с перерывами (при строгании) перемещается по обрабатываемой поверхности заготовки. Это обстоятельство вызывает неравномерный нагрев обрабатываемой заготовки и, как правило, не только изменение ее размеров, но и геометрической формы. Это происходит от того, что заготовка, нагреваясь в процессе обработки, искажает свою форму из-за невозможности свободного расширения вследствие ее закрепления. Поэтому заготовка обрабатывается в деформированном состоянии. После охлаждения она, естественно, приобретает погрешность вследствие деформации во время охлаждения.

Наибольшие температурные деформации происходят при односторонней обработке длинных заготовок. Расчеты показывают, что температурные деформации заготовок соизмеримы в ряде случаев с допусками на их обработку. Например, температурная деформация чугуновой станины высотой 600 мм при длине 2 000 мм доходит до 0,01 мм на 1 м при разности температур по высоте станины 2,4 °С. [2]. Эта величина соизмерима с допуском на отклонение от прямолинейности станин точных станков.

Основными мероприятиями для уменьшения температурных деформаций на наш взгляд являются:

- применение искусственного охлаждения с производительностью, равной пяти-, десятикратной мощности главного привода станка в киловаттах;
- увеличение скорости резания, благодаря чему большая доля теплоты отводится в стружку;
- шлифование деталей кругами больших диаметров;
- закрепление обрабатываемых заготовок с возможностью компенсации их линейных деформаций, например, с использованием пружинных, гидравлических или пневматических задних центров на шлифовальных, многолезцовых и других станках;
- одностороннее жесткое закрепление длинных заготовок, с тем чтобы второй конец мог перемещаться при удлинении из-за нагрева
- введение различного рода корректирующих устройств для компенсации температурных деформаций, а также искусственной деформации заготовок при их установке и закреплении в направлении, противоположном температурной деформации, в целях ее компенсации;
- правильная настройка технологической системы с учетом величины температурных деформаций и их расположения в поле допуска.

Как показывает опыт, при массовой обработке колебания температуры заготовок, поступающих на обработку с предшествующей операции, оказывают в ряде случаев существенное влияние на точность обработки заготовок на данной операции. Средством борьбы с этим явлением служит ритмичная работа или лучше установка между станками термостатических устройств для стабилизации температуры заготовок, поступающих на обработку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданович П.Н., Прушак Р.М. Трения и износ в машинах. Минск: Изд-во «Высшая школа», 1999.
2. Польцер Г. Основы трения и изнашивания. Москва: Изд-во «Машиностроения», 1984.
3. Чичинадзе А.В. Основы трибологии. Москва; Изд-во «Машиностроения», 2001.
4. Abdulaziz, S., & Nurillo, E. (2022). Analysis of studies on the justification of the parameters of the brake system of auto-tractor trailers. *Research and education*, 1(6), 91-94.
5. Shermukhamedov, A., Ergashev, N., & Azizov, A. (2021). Substantiating parameters brake system of the tractor trailer. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 04019). EDP Sciences.

6. Shermukhamedov, A., Ergashev, N., & Azizov, A. (2021). Substantiating parameters brake system of the tractor trailer. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 04019). EDP Sciences.
7. Убайдуллаев, Г.К., Жуманиязов Х.Ж., & Эргашев Н.Т. у. (2022). Отклонение геометрических показателей поверхностей деталей при их обработке. *Research and education*, 1(9), 298–302. Retrieved from <https://researchedu.org/index.php/re/article/view/1055>
8. Азизов А.А., Эргашев Н.Т., & Муталиев, В. А. (2022, November). Методика расчета безотказности элементов проектируемого автомобиля с применением коэффициентов коррекции. In *International conference dedicated to the role and importance of innovative education in the 21st century* (Vol. 1, No. 8, pp. 160-165).
9. Ибрагимов, Б. Д., Турсунов, И. С., & Эргашев, Н. Т. у. (2022). Сервис электромобилей и проблемы его организации. *International conference dedicated to the role and importance of innovative education in the 21st century*, 1(8), 171–175. Retrieved from <https://openidea.uz/index.php/conf/article/view/227>
10. Азизов, А. А., Эргашев, Н. Т., & Шадиёв, С. Р. (2022, November). Изменение свойств резины в процессе старения. In *International conference dedicated to the role and importance of innovative education in the 21st century* (Vol. 1, No. 8, pp. 155-159).
11. Shermukhamedov, A. A., Ergashev, N. T. ugli, & Jumaniyazov, H. J. (2022). Katta hajmli kuzovlari almashinuvchi traktor tirkamalari tormoz tizimi tadqiqotlari tahlili. *International conference dedicated to the role and importance of innovative education in the 21st century*, 1(8), 176–180. Retrieved from <https://openidea.uz/index.php/conf/article/view/228>
12. Хакимов Р., Ибрагимов Б. и Айрапетов, Д. 2022. Возможность снижения шума и вибрации транспортно-технологических машин путем нанесения многофункционального антикоррозионного покрытия. *Общество и инновации*. 3, 6/S (июл. 2022), 188–194. DOI:<https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol3-iss6/S-pp188-194>.
13. Хакимов, Р. М., Ибрагимов, Б. Д., & Айрапетов, Д. А. (2022). Снижение шума и вибрации транспортно-технологических машин многофункциональным антикоррозионным покрытием. *Проблемы современной науки и образования*, (5 (174)), 6-12.
14. Ubaydullaev, G., Riskaliev, D., Ergashev, N., Rashidov, A., & Shadiev, S. (2021). Determination of installation bases of parts during their mechanical processing. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 05046). EDP Sciences.