

Рис. 3. Распределение напряжений

Рассчитанное значение силы 74кН. Максимальные значения напряжений в зоне контакта составило 79МПа. Также были проведены опыты с большими значениями силы, а именно 200 и 400 кН. По завершении расчетов ANSYS Workbench позволяет просмотреть распределение минимальных и максимальных напряжений по всем осям, и деформации в любой точке, как в кожухе, так и в помольных барабанах. При проведении эксперимента с центробежной силой равной 200кН и 400кН, максимальное значение контактных напряжений - 205МПа и 434МПа. Контактное напряжение, возникшее на поверхности барабана, превышает допустимое значение напряжения, следовательно, барабан, при силе 400000Н будет подвержен разрушению.

На рисунке 3 показано распределение напряжений. Красный цвет на рисунке соответствует растянутой зоне, где наблюдаются максимальные напряжения, синий цвет – сжатой. Оранжевым и зеленым цветом выделены области, в которых наблюдаются средние значения напряжений.

Список используемых источников:

1. Дрыгин, В.В. Теория механизмов, детали машин и основы конструирования: курс лекций / В.В. Дрыгин. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2007. – 239 с.
2. Иванов, М.Н. Детали машин: учеб. для студентов высш. техн.учеб. заведений/М.Н. Иванов. – 5-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 1991. 383 с.

ОБРАБОТКА ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

О.И. Таранова^{1,а}, студент гр. 10А91, А.А. Сапрыкин^{2,б}, студент гр. ЭМ-77,
научный руководитель: Сапрыкина Н.А., доцент, к.т.н.

¹Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета,

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

²Новосибирский государственный технический университет

630073, г.Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

E-mail: ^аtaranova2601@mail.ru, ^б17alexsapr@gmail.com

Аннотация: Чтобы эффективно выполнять требуемые задачи и оставаться в конкурентном мире, современная промышленность оснащена сложным оборудованием. В настоящее время возрастает потребность в надежных материалах для эффективного достижения поставленной цели. Это способствует появлению материалов, которые обладают большей надежностью, долговечностью, чтобы соответствовать потребностям производства. В статье рассмотрено развитие механической обработки жаропрочных сплавов в обрабатывающей промышленности.

Abstract: Modern industry is equipped with sophisticated equipment to efficiently perform the required tasks, and the machines must be functional to remain in a competitive world. Currently, there is an increasing need for reliable materials to effectively achieve this goal. This contributes to the appearance of

materials that have greater reliability, durability, to meet the needs of production. The article considers the development of mechanical processing of heat-resistant alloys in the manufacturing industry.

Ключевые слова: жаропрочные сплавы, механическая обработка.

Keywords: heat-resistant alloys, mechanical processing.

Преобразование необработанного сырья в готовые детали посредством обработки называется производством. Развитие технологий направлено на проектирование оборудования и систем, позволяющих производить продукцию, ориентированную на качество, экономичность и устойчивость. Жаропрочные сплавы относятся к сплавам, которые имеют тенденцию сохранять присущие им свойства после длительного контакта с агрессивными условиями окружающей среды. Обработка суперсплавов, которые относятся к категории труднообрабатываемых материалов вызывает чрезмерное тепловыделение, большие силы резания, снижение качества поверхности, огромный износ и остаточные напряжения. Предыдущие исследования показывают, что значительное снижение тепловыделения в значительной степени увеличивает срок службы инструмента [1]. Оптимизированные режимы резания, используемые при обработке жаропрочных сплавов, приводят к увеличению срока службы инструмента, снижению энергопотребления, уменьшению воздействия остаточных напряжений, износа, тепловыделения и улучшенной обрабатываемости [2, 3].

Жаропрочные сплавы относятся к категории металлов и сплавов, обладающих такими свойствами, как улучшенная пластичность, ударная вязкость, коррозионная стойкость, выдерживают воздействие высокотемпературной среды и хорошо упрочняются термической обработкой [4].

Основами жаропрочных сплавов являются никель, кобальт и железо. Сплавы на никелевой основе являются устойчивыми к высокотемпературной ползучести, коррозионной стойкости и термостойкости. Из него изготавливают компоненты аэрокосмического двигателя. Характеристиками сплавов на кобальтовой основе являются превосходная коррозионная стойкость и отличное сопротивление ползучести. Применяют для изготовления лопаток газовых турбин и деталей двигателя внутреннего сгорания, деталей ядерного реактора, электростанций. Диски и лопатки газовой турбины изготавливают из сплавов на железной основе, которые имеют высокую коррозионную стойкость, повышенная прочность при низких температурах.

Сплавы на основе никеля, кобальта и железа, имеющие разную кристаллическую структуру и температуры плавления. Никель имеет гранецентрированную кубическую решетку, в железе возможны два варианта кристаллических решеток: объемно-центрированная кубическая и гранецентрированная кубическая. Кобальт также может иметь две модификации кристаллических решеток: гексагональная плотноупакованная и кубическая гранецентрированная. Суперсплавы демонстрируют преимущества благодаря гранецентрированной кубической решетке.

Заготовки из жаропрочных материалов получают с помощью литья,ковки и порошковой металлургии. Литые сплавы обладают хорошим сопротивлением ползучести и имеют крупнозернистую структуру. Кованые заготовки демонстрируют превосходную прочность на разрыв и усталость, имея более мелкую и более однородную зернистую структуру. Порошковая металлургия демонстрирует хорошую компактность и позволяет производить более сложные изделия с более высокой точностью размеров.

Материалы подвергаются механической обработке и подразделяются на легко обрабатываемые материалы и труднообрабатываемые материалы. Качество получаемой поверхности, затраты энергии, стойкость инструмента, морфология стружки и стойкость станка характеризуют обрабатываемость материалов. Инженеры работают над поиском оптимальных режимов обработки.

Сегодня в производстве доминирует механическая обработка. По мере развития технологий распространяются такие методы, как микромеханическая обработка, высокоскоростная обработка и сверхточная обработка. Сегодня процессы обработки направлены не только на повышение производительности, эффективности, но и на повышение экономичности, устойчивости и надежности. Использование оптимальных параметров обработки помогает в значительной степени повысить производительность и эффективность производства. Новые достижения, такие как высокоскоростная обработка, экологичная обработка, жесткая обработка, высокоскоростная обработка, обработка за один проход, минимальное количество СОЖ, комплексная обработка, монолитная обработка, энергоэффективная и ресурсосберегающая обработка, высокорентабельная резка и сухая обработка обычно используются в промышленности для своевременного достижения поставленных целей.

Основными факторами, влияющими на механическую обработку являются: стойкость инструмента, режимы обработки, оптимальный подбор инструмента, сокращенное время смены инструмента, сокращенное время обработки, жесткость станка.

Режимы резания, материал заготовки и СОЖ влияют на стойкость инструмента во время обработки. Срок службы инструмента исследуется анализом износа инструмента, поскольку они обратно пропорциональны друг другу. Это помогает эффективно определять срок службы инструмента. Механизм износа и морфология поверхности также существенно влияют на стойкость инструмента. Как правило, кажется, что инструмент забракован из-за различной картины износа и разрывов на пластине или поверхности режущего инструмента.

Таблица 1

Стойкость инструмента с режущими пластинами с покрытием и без покрытия [5].

Скорость резания (м/мин)	Срок службы инструмента (мин.)		Скорость подачи (мм/об)		
	Керамический инструмент с покрытием	Керамический инструмент без покрытия	0,07	0,11	0,14
			Стойкость керамического инструмента с покрытием (мин.)		
100	43,03	13,34	22,99	8,89	3,4
200	3,2	1,73	3,33	1,39	0,42
300	0,47	0,18	2,93	1,32	0,18

Это показывает, что срок службы инструмента значительно снижается из-за увеличения скорости резания, а также зависит от материала покрытия режущей пластины. Инструмент с покрытием показывает большую стойкость инструмента по сравнению с инструментальным материалом без покрытия. Увеличение подачи также снижает стойкость инструмента.

Высокая прочность, низкая теплопроводность, наличие карбидов в суперсплавах затрудняют обработку материала. Случайный выбор параметра режима обработки вызывает повышение температуры режущей кромки инструмента, вызывая непропорциональное трение о поверхность инструмента и, как правило, снижает срок службы инструмента, целостность поверхности и точность обработки. Производительность процессов токарной, фрезерной и сверлильной обработки зависит от выбора режимов обработки. В основном, скорость резания, подача и глубина резания являются основными характеристиками обработки, которые оказывают большое влияние на качество поверхности. Оптимальный выбор параметров режима ведет к повышению производительности, снижению уровня брака, жизнеспособной экономии, повышению надежности системы, а также станка.

Срок службы инструмента значительно увеличивается за счет применения охлаждающей жидкости, поскольку она препятствует термическому размягчению пластины режущего инструмента. Износ инструмента, такой как диффузия и адгезия, также значительно снижается во время работы. Способность охлаждающей жидкости обычно сильно зависит от теплопроводности. Методы охлаждения играют важную роль в максимальном увеличении прибыли и уменьшении вредного воздействия на окружающую среду.

Список используемых источников:

1. V. Tebaldo, G.G. di Confiengo, M.G. Faga, Sustainability in machining: 'Ecofriendly' turning of Inconel 718. Surface characterisation and economic analysis, J. Clean. Prod. 140 (2017) 1567–1577, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.216>.
2. K. Venkatesan, The study on force, surface integrity, tool life and chip on laser assisted machining of inconel 718 using Nd:YAG laser source, J. Adv. Res. 8 (4) (2017) 407–423, <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.05.004>.
3. M. Mia, N.R. Dhar, Modeling of surface roughness using RSM, FL and SA in dry hard turning, Arab. J. Sci. Eng. (2017), <https://doi.org/10.1007/s13369-017-2754-1>.
4. Z. Fang, T. Obikawa, Turning of Inconel 718 using inserts with cooling channels under high pressure jet coolant assistance, J. Mater. Process. Technol., 247 (2016) (2017) 19–28, doi: 10.1016/j.jm atprotec.2017.03.032.

5. A. Thakur, S. Gangopadhyay, A. Mohanty, Investigation on some machinability aspects of inconel 825 during dry turning, *Mater. Manuf. Process.* 30 (8) (2015) 1026–1034, <https://doi.org/10.1080/10426914.2014.984216>.

ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ КОЛОКОЛОВ

*Д.Е. Бушуев, студент гр.10В71,
научный руководитель: Ибрагимов Е.А., старший преподаватель, к.т.н.
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: denchik_bushuev1996@mail.ru*

Аннотация: В данной статье рассматриваются две технологии литья и производства колоколов. Первая технология литья колоколов затрагивает примерно 12-15 века, когда способы литья металла были примитивными по сравнению с современными способами. Вторая технология является современной и применяется для литья колоколов небольших и средних размеров. Кроме того, благодаря материалам изложенным в статье существует возможность провести сравнительный анализ двух технологий и понять как изменились способы производства и литья колоколов.

Abstract: This article discusses two technologies for casting and producing bells. The first bell casting technology dates back to around the 12th-15th centuries, when metal casting methods were primitive compared to modern methods. The second technology is modern and is used for casting small and medium-sized bells. In addition, thanks to the materials presented in the article, it is possible to conduct a comparative analysis of the two technologies and understand how the methods of production and casting of bells have changed.

Ключевые слова: Колокол, фальш-колокол, модель, обожженная форма, литье, опока, формовка, формовочная смесь, стержень, пескоструйная обработка, литье в керамику.

Keyword: Bell, false bell, model, fired mold, casting, flask, molding, molding mix, rod, sandblasting, ceramic casting.

Колокольное дело начало развиваться в России позже, чем на Западе, и достигло своих вершин также позднее, в 17 веке, но вершины эти были самыми высокими: крупнейшие из русских колоколов не имеют себе равных по весу, а самые благозвучные достойно представляют нашу Родину.

В старину колокола изготавливали следующим образом: сперва выкапывали в земле подходящую по размеру яму, а внутри в центре делали печь размером чуть меньше будущего колокола, затем обмазывали кирпич глиной, это внутренняя поверхность будущего колокола. Внутреннюю форму просушивали, затем наносили второй слой глины, который полностью повторял тело будущего колокола и тоже просушивали. Будущие украшения колокола делались из воска и закреплялись на втором слое. Затем аккуратно наносили третий слой повторяющий внешнюю поверхность будущего колокола. Для прочности его прокладывали проволокой и железными обручами после этого воск вытапливали и затем с помощью веревок внешнюю форму поднимали и средний слой глины отламывали и затем внешнюю форму опускали обратно. Между ними получался зазор для заливки расплавленного металла. После этого разводили сильный огонь и обжигали обе формы. Далее по специальному желобу в обожженные формы заливали расплавленный металл из печей построенных рядом с ямой и затем ждали когда металл полностью остынет. Потом разбивали внешнюю форму и поднимали из ямы готовый колокол [1]. Процесс литья представлен на рисунке 1.

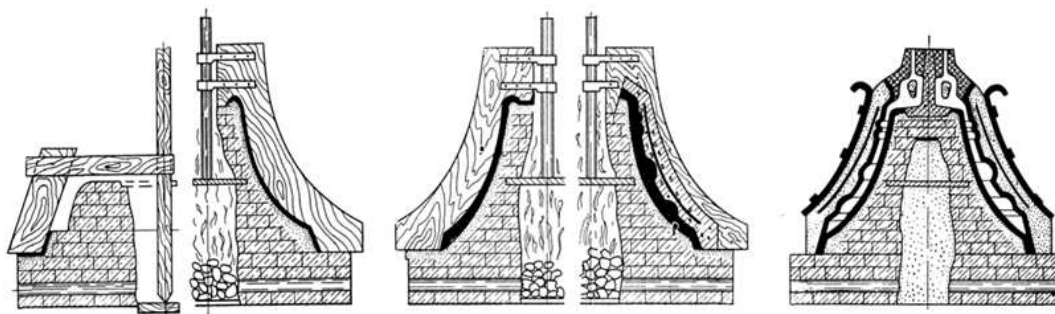


Рис. 1. Процесс литья колоколов в старину