

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАБОТКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Ефанова О.В., Поляков А.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Сплавы на основе титана и никеля находят широкое применение в аэрокосмической промышленности. Их применение связано с тем, что они имеют комплекс свойств, определяющих функциональную эффективность изготовления деталей изделий этих отраслей. Важнейшими свойствами материалов для аэрокосмической промышленности являются: стойкость против электрохимической и химической коррозии, межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением; стойкость против химического разрушения поверхности в газовых средах при высоких температурах (выше  $550^{\circ}\text{C}$ ), работающие в нагруженном и ненагруженном состоянии; высокая механическая прочность; небольшая теплоемкость; малый удельный вес.

Двум первым группам свойств материалов, согласно ГОСТ Р 54384-2011, отвечают коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали. В этом же стандарте они объединены в один класс сталей – нержавеющие. При этом для нержавеющих сталей установлен пороговый уровень содержания хрома – минимальная массовая доля должна составлять 10,5 %, одновременно максимальная массовая доля углерода – 1,2% [1]. При этом следует подчеркнуть, что хром играет важнейшую роль в придании коррозионной стойкости стали, но другие металлы также оказывают существенное влияние. Согласно ГОСТ 5632-2014 [2], группа сталей, в которых содержание хрома превышает уровень 10,5 %, например, стали : 20X12ВНМФ, 30X13Н7С2, 15X18СЮ, 08X20Н14С2 и множество других марок по своим химико-физическим свойствам не являются коррозионно-стойкими, но являются или жаростойкими или жаропрочными. В этом же стандарте в отдельную группу сплавов выделены сплавы на железоникелевой и никелевой основе. Первая группа – это сплавы, основная структура которых является твердым раствором хрома и других легирующих элементов в железоникелевой основе (сумма никеля и железа более 65 %, при приблизительном отношении никеля к железу 1:1,5). Вторая группа – это сплавы, основная структура которых является твердым раствором хрома и других легирующих элементов в никелевой основе, то есть массовая доля никеля не менее 50 %. В этом же стандарте использованы критерии, уточняющие терминологические разграничения жаростойких и жаропрочных сталей. Под жаростойкими сталями и сплавами понимают стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше  $550^{\circ}\text{C}$  и работающими в ненагруженном или слабонагруженном состоянии. Под жаропрочными принимаются стали и сплавы, работающими в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающими

достаточной жаростойкостью. Рабочие температуры жаропрочных никелевых сплавов составляют 650 – 1100 °С.

В начале XX века крупнейшими учеными химиками титан считался очень редким металлом, а по своим химическим свойствам признавался бесполезным для промышленности материалом. Лишь после второй мировой войны с развитием технологий производства титановых сплавов началась эра внедрения титана в различные отрасли промышленности для изготовления изделий в строительстве, автомобилестроении, судостроении, энергетике, медицине, нефтехимии, авиакосмической и оборонной промышленности.

В настоящее время, благодаря открытиям множества месторождений титанового сырья по всему миру, титан уже не относят к редким металлам, а считается широко распространенным в земной коре, наряду с железом, алюминием и магнием. Титан придает своим сплавам коррозионную стойкость, высокую механическую прочность, уменьшение удельного веса и теплоемкости.

Несмотря на то, что в России после распада Советского Союза не осталось собственных источников титанового сырья, одно из крупнейших предприятий в мире Корпорация ВСМПО-АВИСМА является производителем полуфабрикатов из титановых сплавов. Для последующей механической обработки они производят лопатки турбин для отечественного авиа- и ракетостроения из материалов: ВТ, ВТ9, ВТ3-1, ВТ6, ВТ20, ОТ4 [3]. Прутки катаные производят из сплавов: ВВТ1-0, ВТ1-00, ОТ4-0, ВТ6, ВТ8, Т20, 19, 37 и других по ГОСТ 19807-91[4] и отраслевым стандартам: ОСТ 1-90173, ОСТ 1-90266 и другим.

Наряду с хорошими эксплуатационными свойствами нержавеющей сталей и титановых сплавов их механическая обработка имеет специфику.

Выделяют четыре основных фактора определяющих условия механической обработки материала: механическое усилие; стружкообразование и удаление стружки; теплообразование и теплопроводность; износ и разрушение режущего инструмента. При значительном влиянии хотя бы одного из этих факторов на процесс резания материал может считаться «труднообрабатываемым».

Практика механической обработки нержавеющей сталей и титановых сплавов является сложным технологическим процессом. Физико-механические свойства этих сплавов не только усложняют процесс обработки, но и предъявляют высокие требования к жесткости станков и износостойкости используемого инструмента.

Ввиду значительной прочности титановых сплавов их обработка сопряжена с возникновением больших сил резания и сильной вибрации. Из-за значительных усилий, прилагаемых при механообработке, область резания перегревается и требует дополнительного охлаждения.

Сплавы на основе никеля и титана более склонны к упрочнению в результате наклепа по сравнению со сталями. При старении в материале заготовки образуются зоны повышенной твердости, когда под воздействием высоких температур в сплаве начинают выделяться дисперсные фазы, в

результате чего образуются наросты и другие дефекты поверхности заготовки, сила трения вырастает в несколько раз, а геометрия детали может значительно измениться. Для исправления конфигурации заготовки требуется дополнительная металлообработка, в ходе которой металл дополнительно перегревается, а станок и особенно режущие инструменты подвергаются значительной нагрузке, что приводит к нежелательным экономическим затратам на производстве.

Структура материала при механообработке может значительно измениться даже после одного прохода режущего инструмента. Поэтому на втором проходе инструмент обрабатывает материал большей твердости, что отрицательно сказывается на достижении требуемой точности готового изделия, так как для второго и последующих проходов необходимо назначать новые режимы резания. В отдельных случаях решение этой проблемы осуществляется за счет уменьшения числа проходов при одновременном росте глубины или ширины резания. В тех случаях, когда реализуема только многопроходная обработка следует подбирать режимы резания на каждый новый проход.

Таким образом, проблема обозначена. Цель – для достижения высокой эффективности процессов резания требуется разработать специальную методики, в которой были бы согласованы режимы резания, марки обрабатываемых материалов, геометрические параметры режущего инструмента, физико-механические свойства инструментального материала и режимы термообработки.

Сформулированная цель работы позволила сформулировать задачи исследования:

- провести обзор физико-механических свойств нержавеющей сталей и титановых сплавов и для каждой марки материала установить приоритетные области их использования; выявить влияние отдельных компонентов сплава на их физико-механические свойства;
- классифицировать основные дефекты механической обработки нержавеющей сталей и титановых сплавов;
- разработать требования, предъявляемые к металлорежущему оборудованию и режущему инструменту, используемому при обработке нержавеющей сталей и титановых сплавов;
- разработать методику назначения режимов резания при лезвийной обработке титановых сплавов при фрезеровании, сверлении, растачивании;
- разработать методику назначения режимов резания при лезвийной обработке нержавеющей сталей при точении, фрезеровании, сверлении, резьбофрезеровании, резьбонарезании, зенкерованием, развертывании, растачивании.

*Список литературы*

1. ГОСТ 54384-2011 Сталь. Определение и классификация по химическому составу и классам качества. – Введ. 2011–22–08. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2011. – 7 с.

2. ГОСТ 5632-2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. – Введ. 2015–01–01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2015. – 54 с.

3 Официальный сайт Корпорации ВСППО-АВИСМА . – Режим доступа - <http://www.vsmpp.ru>. – 20.11.2016.

4 ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки. – Введ. 1992-01-07. – Москва : Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.