

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИМИ ЖИДКОСТЯМИ НА ОБРАЗОВАНИЕ АЗОТИРОВАННОГО СЛОЯ

И.С. Соколова, С.Е. Порозова, А.В. Оборин

В процессе современной механической обработки деталей часто применяют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). При последующей поверхностной обработке ионным азотированием возникают проблемы и дефекты из-за присутствия СОЖ на поверхности деталей. В статье описано влияние СОЖ на процесс ионного азотирования, представлены примеры дефектов.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, ионное азотирование, дефекты, диффузия.

Современную механическую обработку сложно представить без использования смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Механизмы влияния СОЖ на характеристики процесса резания и его результаты изучены достаточно подробно [1–3]. Однако в процессе ионного азотирования присутствие СОЖ на поверхности детали превращается в серьезную проблему. Согласно требованиям перед упрочнением ионным азотированием детали должны иметь чистые поверхности, без следов коррозии, мазута, грязи и в том числе СОЖ [4]. К сожалению, на практике нередко на ионное азотирование поступают детали сразу после механической обработки, где использовались СОЖ. Кроме того, в процессе шлифования СОЖ загрязняются механическими примесями [5].

Цель проведенного исследования – описать влияние загрязнения поверхности металла СОЖ на образование азотированного слоя.

Объектом исследования были две партии детали (таблица), поступившие на производство ООО «Ионные технологии» со следами СОЖ после механической обработки. На партии № 1 применялись СОЖ «Автокат Ф-40», на партии № 2 – «Bechem Avantin 361 I-N». Оба вида СОЖ являются полусинтетическими универсальными жидкостями. При визуальном осмотре на поверхности деталей наблюдаются белые разводы, пятна и въевшаяся технологическая грязь (рис. 1). Необходимо отметить, что наиболее загрязненными местами являются отверстия и резьба.

Каждую деталь, в том числе внешний и внутренний диаметр, мелкие отверстия, резьбу и т.д., вручную промывали бензином Б70, ацетоном, поверхностно-активными веществами (ПАВ) с теплой водой, раствором холодного химического обезжиривания ТУ-2499-015-96636381-2011. После

протирали насухо белой ветошью, чтобы отследить чистоту поверхности. На партии деталей №1 после применения Б-70 и ПАВ поверхности были чистыми. На остальных деталях даже после применения всех средств устранить полностью следы СОЖ не удалось.

Информация о СОЖ

Партия деталей	Наименование СОЖ	Состав СОЖ	Способ очистки
№ 1	Автокат Ф-40	Сбалансированная смесь минерального масла, эмульгаторов и ингибиторов коррозии, которая при разбавлении водой самопроизвольно образует полупрозрачные эмульсии. Относится к классу биостабильных полусинтетических СОЖ	Б70 + ПАВ
№ 2	Bechem Avantin 361 I-N	Содержание минерального масла ок. 50 %, пеногаситель, система эмульгаторов, биостабильность спец. присадки для процесса, моющая и смачивающая способность, защита от коррозии, смазывающие и высокоэффективные присадки, содержит амины и бор	Б70 + ПАВ + +ацетон + раствор холодного химического обезжиривания ТУ-2499-015-96636381-2011

На всех деталях было проведено ионное азотирование с последующим оксидированием. Параметры процесса азотирования: 520 °С, изотермическая выдержка 1 ч, давление 4 мбар, смесь газов 40/60:N₂/H₂. После упрочнения были проведены визуальный осмотр, фиксация дефектов и замер поверхностной твердости ультразвуковым твердомером ТКМ-459 при нагрузке HV1.

В процессе ионной химико-термической обработки остатки СОЖ и примеси начинали выгорать, искриться, тем самым загрязняли камеру установки и вакуумную систему. На рис. 2 наблюдается неравномерное свечение плазмы на деталях во время изотермической выдержки.

После комбинированного упрочнения обычно поверхность металла становится равномерно темно-синей или черной. В нашем же случае наблюдается иная ситуация. Выявлены внешние дефекты (рис. 3) – неравномерность цвета на всех деталях в разной степени. На партии № 2, где применялось СОЖ «Bechem Avantin 361 I-N», на поверхности ярко выраженные синие, желтые цвета побежалости (радужные), что свидетельствует о наличии оксидных пленок на поверхности детали.

Появление дефектов объясняется тем, что в процессе упрочнения частицы СОЖ образуют тонкие полимерные пленки, которые тормозят диффузию азота в глубь металла, препятствуют образованию новых фаз, что приводит к неравномерному упрочнению и дефектам. Доказательством тому, являются результаты измерений поверхностной твердости в области

дефектов. Твердость на 20–40 % ниже, чем на матовой поверхности, также были показатели твёрдости равные твердости, неупрочненного металла.

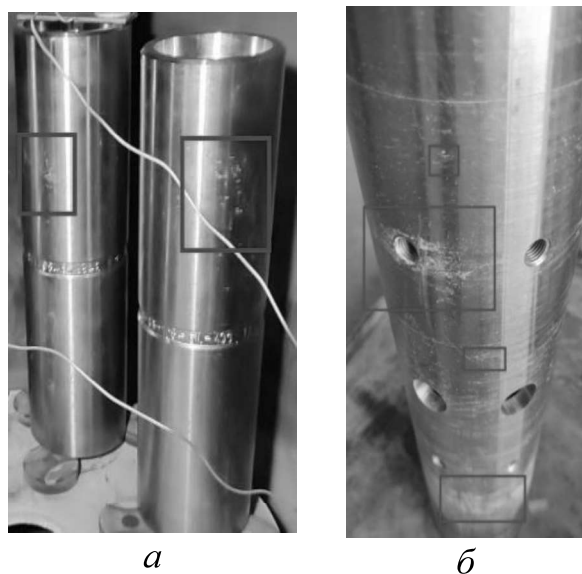


Рис. 1. Вид деталей, поступивших после механической обработки с СОЖ:

а – партия деталей № 1;
б – партия деталей № 2

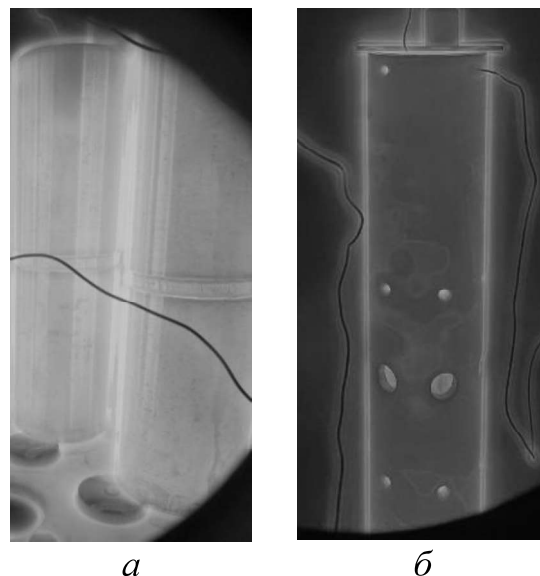
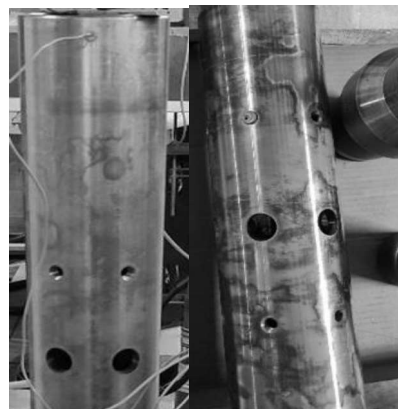


Рис. 2. Вид деталей в установке в момент проведения режима упрочнения:

а – партия деталей № 1;
б – партия деталей № 2



а



б

Рис. 3. Вид деталей после ионного азотирования: *а* – партия деталей №1;
б – партия деталей №2

Таким образом, базируясь на результатах, можно считать, что СОЖ «Автокад Ф 40» оказывает меньшее влияние на образование азотированного слоя, чем «Bechem Avantin 361 I-N». Во втором случае в СОЖ содержатся тяжелые фракции органических веществ, удаление которых затруднительно. Температура выгорания таких веществ может достигать до

1000 °С. Полностью очистить поверхность деталей от СОЖ можно с использованием специальных химических растворов, но необходимо подбирать средства, исходя из анализа состава.

Описано влияние загрязнения поверхности металла СОЖ на образование азотированного слоя. Приведены примеры возникающих внешних дефектов.

Перед ионным азотированием детали необходимо очищать от СОЖ, так как остатки СОЖ замедляют процесс диффузии и являются причиной возникновения внешних дефектов.

Список литературы

1. Ларина А.И., Постникова И.В. Механизмы действия смазочно-охлаждающих жидкостей // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2022. – №3 (71). – С. 59 – 66.

2. Кирейнов А.В., Есов В.Б. Современные тенденции применения смазочно-охлаждающих технологических средств при лезвийной обработке труднообрабатываемых материалов // Наука и инновации: инженерный журнал. – 2017. – №2 (62).

3. Кисель А.Г., Макашин Д.С. Влияние СОЖ и режимов обработки на шероховатость поверхности при торцевом фрезеровании заготовок из алюминиевых сплавов // ОНВ. – 2022. – №3 (183).

4. СТО ИНТИ S.70.2-2022. Упрочнение поверхности ионным химико-термическим методом. Общие технические требования: АНО «ИНТИ» (дата введ. 2022-08-29 // [Электронный ресурс]. – 2022. – 44 с.

5. Полянсков Ю.В., Евсеев А.Н., Поройков В.А. Влияние диффузионного движения мелких примесей на оценку их дисперсного состава в СОЖ // Известия вузов. Машиностроение. – 2007. – №4. – С. 55–60.

Об авторах

Соколова Ирина Сергеевна – аспирантка кафедры «Механика композиционных материалов и конструкций» (МКМК), Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), заведующая лабораторией ООО «Ионные технологии», г. Пермь, e-mail: sokolova@procion.ru.

Порозова Светлана Евгеньевна – д.т.н., доцент, профессор кафедры МКМК, ПНИПУ, г. Пермь, e-mail: seporozova@pstu.ru.

Оборин Алексей Владимирович – директор ООО «Ионные технологии», г. Пермь, e-mail: oborin@procion.ru.