

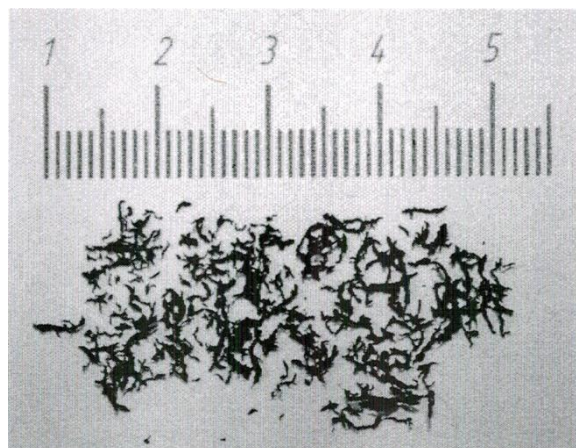


Рис. 3 Стружка полученная в результате эксперимента.

Дальнейшее исследование применимости ротационного точения требует более широкого варьирования параметрами и оценки затрат энергии при различных схемах дробления стружки.

Считаем своим долгом выразить благодарность своим консультантам: доцентам кафедры АРМ Гольдшмидту М.Г. и Гуртякову А.М.

Список литературы:

1. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А., Соусь А.В. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов. – Минск.: Наука и техника, 1972. – 272 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУР СТАЛЕЙ 40Х И АЦ40Х ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

А.Н. Хамматов, инженер,

А.С. Бабаев, аспирант,

К.С. Решиков, студент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.Ленина,30,

тел. (3822)-606-389

E-mail: temkams@mail.ru

Введение. Стали повышенной обрабатываемости резанием применяют в автомобильной промышленности при изготовлении, например, форсунок и распылителей [1]. Наиболее широко такие стали представлены кальцийсодержащими сталями марок АЦ40ХГНМ, АЦ20, АЦ40Х и др. [2, 3]. Микролегирование стали кальцием проводят путём введения силикокальция в жидкий металл из расчёта введения 0,03-0,09 % кальция на общую массу расплава. Применение таких сталей объясняется тем, что входящий в их состав кальций способствует повышению стойкости режущих инструментов и улучшенному дроблению стружки в сочетании с относительно высокими показателями усталостной и контактной прочности [4].

Аналогом кальцийсодержащей стали марки АЦ40Х является низколегированная конструкционная сталь марки 40Х. Указанные стали различаются способом раскисления в процессе выплавки и режимами термической обработки [5, 4, 2]. Механические свойства данных сталей после стандартной термической обработки согласно [3, 6] должны совпадать. Такая обработка предполагает простой отжиг при 860°C, либо высокий отпуск при 500°C. Однако в литературе встречаются сведения о том, что сталь АЦ40Х проходит термическую обработку и по другим режимам: улучшение с отпуском при 410°C; изотермический отжиг с нагревом до 940°C и последующей выдержкой при 640°C. Данные о поведении стали 40Х при таких обработках в литературе не встречаются. Кроме того, нет данных о влиянии изотермического отжига на структуру стали АЦ40Х.

Цель работы: выявить и сравнить микроstructures и твёрдости сталей АЦ40Х и 40Х после термической обработки на различных режимах.

Для достижения указанной цели в работе изучено изменение микроstructures и твёрдости стали АЦ40Х по сравнению со сталью марки 40Х после термической обработки.

Методика и эксперимент. Термическая обработка шести пар образцов из сталей АЦ40Х и 40Х осуществлялась одновременно и включала изотермический отжиг по [2] и полный отжиг по [3, 6]. Режимы термической обработки приведены в табл. 1. Образцы представляли собой цилиндры диаметром 30 мм и высотой 25 мм. Химический состав образцов определён с помощью спектромера Аргон-5СФ и приведён в табл. 2. Нагрев образцов осуществляли в муфельной печи с автоматическим регулятором температуры РПН-4.

Таблица 1. Режимы термической обработки сталей АЦ40Х и 40Х.

№ режима обработки	$T_{отж}, ^\circ\text{C}$	Среда охлаждения
1	860±10	с печью
2	940±10/620±10	воздух

*Примечание. Время нагрева и выдержки согласно [5].

Таблица 2. Химический состав сталей марок АЦ40Х и 40Х.

Сталь	C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %	Cr, %
40Х	0,39	0,70	0,19	0,012	0,010	0,84
АЦ40Х	0,36	0,70	0,24	0,056	0,013	1,02

Твёрдость образцов измеряли методами Бринелля (*HB*) и Роквелла (*HRC*) на твердомерах, соответственно, мод. ТШ-2 Ивановского ЗИП и мод. *EmcoTest N3A 001* фирмы *EMCO-TEST* (Австрия). Значение твердости определяли как среднее из трех повторений.

Подготовку поверхностей образцов для исследования микроstructures проводили следующим образом: шлифование на абразивных шкурках зернистостью по FERA 180, 240, 400 и на алмазной пасте зернистостью 7/5 по ГОСТ 25593-83; полирование на бархате с применением водной эмульсии окиси хрома; травление в растворе ниталь.

Изучение микроструктуры проводили с помощью оптического микроскопа мод. GX51 фирмы Olympus (Япония) в светлом поле. Количественный фазовый анализ производили методом А. Розиваля [7].

Результаты и обсуждение. Твёрдость сталей марок АЦ40Х и 40Х отличается незначительно (табл. 3). Исключение наблюдаются при изотермическом отжиге, который проводили в течение 6 ч на режимах по данным [2].

Таблица 3. Твёрдость сталей марок АЦ40Х и 40Х

№ режима обработки	HRC		HB	
	АЦ40Х	40Х	АЦ40Х	40Х
1	-	-	179	187
2	-	-	201	231

Микроструктуры сталей после полного отжига (режим 1) приведены на рис. 1. В образцах сталей АЦ40Х и 40Х наблюдается типичная для проката доэвтектоидной стали полосчатая феррито-перлитная структура. Количество феррита в стали 40Х составляет 23% ($\sigma=3,6$), в стали АЦ40Х – 27% ($\sigma=2,9$).

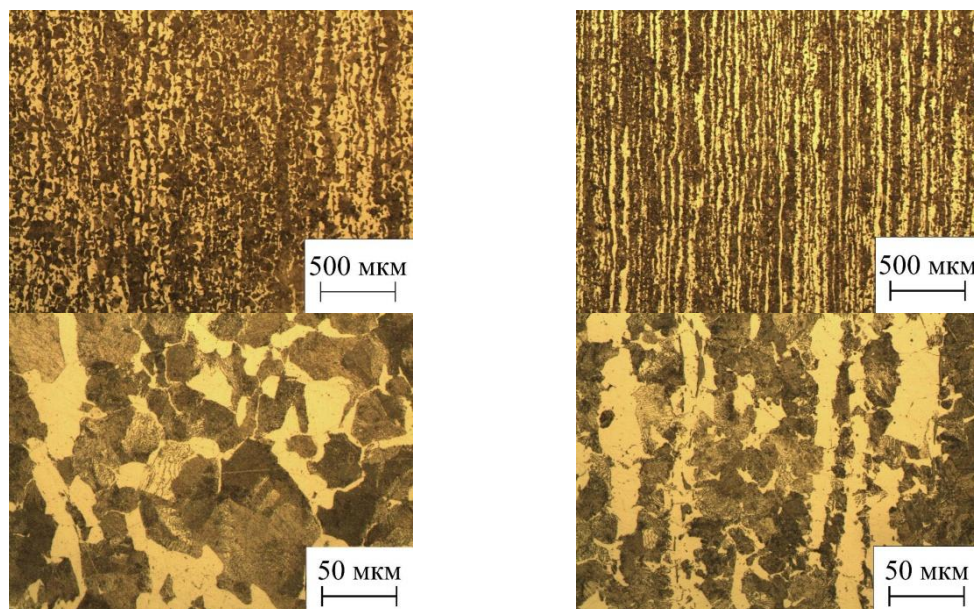


Рис. 3. Микроструктуры сталей 40Х (слева) и АЦ40Х (справа) после полного отжига.

После изотермического отжига сталь 40Х имеет типичную феррито-перлитную структуру доэвтектоидной стали, но уже без выраженной полосчатости (рис. 2). Перлит имеет пластинчатое строение. Феррит располагается преимущественно в виде тонкой сетки по границам бывших аустенитных зёрен. Количество феррита составляет 12,6% ($\sigma=3,2$). Средний условный диаметр бывшего аустенитного зерна составляет 57 мкм ($\sigma=9$).

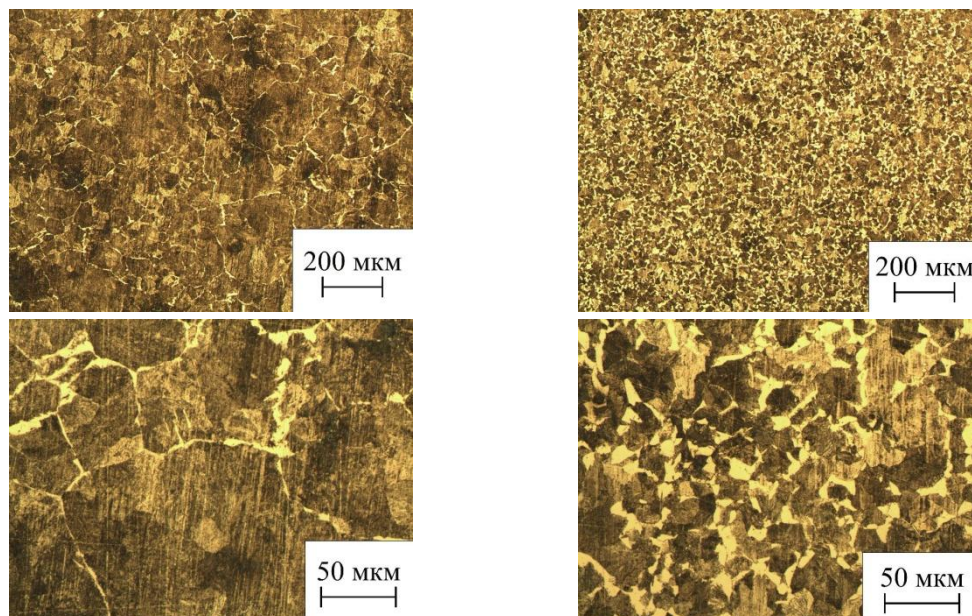


Рис. 4. Микроструктуры сталей 40Х (слева) и АЦ40Х (справа) после изотермического отжига.

В стали АЦ40Х после изотермического отжига, как и в стали 40Х, феррито-перлитная структура без выраженной полосчатости (см. рис. 2). Однако сетка феррита имеет более грубые прерывистые очертания. Сами зерна феррита приобретают утолщенную форму. Количество феррита составляет 32% ($\sigma=4,95$). Средний условный диаметр бывшего аустенитного зерна составляет 27 мкм ($\sigma=2,5$).

Значительно увеличение аустенитного зерна в стали 40Х по сравнению со сталью АЦ40Х предположительно связано с тем, что модифицирование последней кальцием обеспечивает наследственно мелкозернистую структуру. Проверка этого предположения требует дополнительных исследований.

Выводы. Изотермический отжиг позволяет практически полностью устранить полосчатость сталей марок 40Х и АЦ40Х. Применение изотермического отжига с нагревом до повышенных температур не рекомендуется для стали 40Х в связи с высокой скоростью роста зерна.

Список литературы:

1. Kirsanov S.V., Babaev A.S. The study of deep holes accuracy and surface roughness after gun drilling // Mechanical Engineering, Automation and Control Systems : Proceedings of International Conference. – Tomsk: TPU Publishing House. – 2014. – P. 1–4.
2. Тихонов А.К., Копыл М.Д., Недорезова Н.В. Атлас микроструктур сталей, применяемых в автомобилестроении. – Тольятти: АО «Автоваз», 1999. – 77 с.
3. ТУ 14-1-2252-2007 Прокат горячекатаный и горячекатаный обточенный из конструкционной углеродистой качественной и легированной стали. Технические условия. Вступил в действие: с 01.03.2008. 9 с.
4. Гольдштейн Я.Е., Заславский А.Я. Конструкционные стали повышенной обрабатываемости. – М.: Металлургия, 1971. – 248 с.
5. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

6. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. Введён в действие 01.01.1974.

7. Салтыков С.А. Стереометрическая металлография. М.: Металлургия, 1976. – 270 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ HERMS ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОЦЕССА ЗАТИРАНИЯ СУСЛА

Е.В. Столов, студент гр.072А,

Е.А. Тетерин, студент гр.8Т21

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

тел.(3822)-444-555

E-mail: evs7194@gmail.com, badscrool@gmail.com

Введение. Одна из наиболее популярных технологий, позволяющих обеспечивать необходимые паузы в процессе приготовления сусла в пивоваренном производстве, является HERMS технология. HERMS технологии (Heat Exchange Recirculating Mash System система рециркуляционного теплообмена для сусла). Метод характеризуется рециркуляцией сусла снизу вверх по змеевику, а поддержание температуры или нагревание обеспечивается за счет горячей воды, в которой и расположен змеевик.

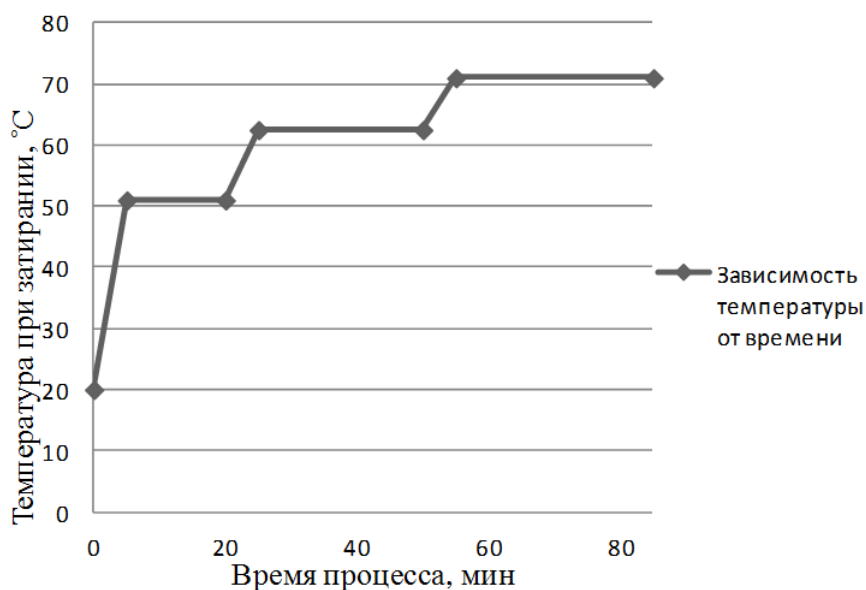


Рис. 1. График температурных пауз в процессе затираания [1].

Приготовление сусла в HERMS системах происходит в первых 2 контейнерах, в одном из которых находится нагревательный элемент, за счет которого происходит повышение температуры во втором контейнере путем постоянной циркуляции сусла. Сусло проходит через теплообменник. Забор и подача сусла происходят с помощью насоса. Мощность насоса, связывающего 2 контейнера, регулируется в зависимости от градиента разности желаемой и действительной температуры в