

УСКОРЕННЫЙ ОТЖИГ ПОКОВОК ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Б.М. Жолдошов, В.С. Муратов, М.С. Кенис

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Предложен и впервые разработан режим отжига поковок из сталей Р6М5 и Р6М5К5, осуществляемого непосредственно в двухкамерной печи на участке ковки.

Ключевые слова: *быстрорежущая сталь, упрочнение, аустенит, ковка, штамповка, структура.*

Работа является продолжением предыдущих исследований, в которых установлены особенности охлаждения и распада аустенита для быстрорежущей стали Р6М5 [1] и выполнена разработка схемы получения заготовок методом свободнойковки, которая гарантирует высокую плотность и однородность структуры поковки [2].

Дляковки поставлялись вырезанные заготовки из катаных прутков, которые предварительно подвергались отжигу. Однако были случаи, когда дляковки поставлялись нормализованные мерные заготовки после рубки при высоких температурах. Эти мерные заготовки нередко имели закаленную структуру, которая без предварительнойковки не могла быть разрезана на заготовки нужного размера. По границам зерен присутствуют скелетообразные карбиды типа Fe_2W_4C , что свидетельствует о чрезмерном перегреве и оплавлении вдоль границ зерен. Исправление такого дефекта путем однократного или циклического отжига невозможно.

Структура предварительно перегретого и подвергнутого циклическому отжигу (четырёхкратный цикл «нагрев-охлаждение» при $950 \leftrightarrow 700$ °С с выдержкой при 700 °С – 5 ч, а при 950 °С – 30 мин, последнее охлаждение на воздухе) прутка аналогична. Разрушение карбидного каркаса возможно только при ковке.

В наших экспериментах ковке подвергались заготовки как предварительно отожженные по режиму: нагрев до $T=870$ °С, выдержка 3 ч, охлаждение с печью до $T=100$ °С в течение 14 ч, так и заготовки с закаленной структурой.

На ВАЗе для нагрева под свободную ковку или штамповку заготовок из быстрорежущих сталей используют обычно двухкамерные печи.

В первой камере осуществляют предварительный нагрев до температур 850-870 °С, где заготовки плавно переходят критическую точку A_1 .

Во второй камере производят окончательный нагрев перед пластической деформацией. Температура нагрева составляет 1050-1150 °С. В этой камере происходит растворение избыточных фаз (за исключением скелетообразных карбидов) и получение однородной аустенитной структуры перед ковкой.

В процессековки-штамповки зернограничные карбиды разрушаются и происходит «перепутывание» зерен и устранение прежних границ. После пластической деформации поковки остывают в контейнере в течение 3-5 ч до температур порядка 300-100 °С. В результате охлаждения поковок в контейнере с различной скоростью получают весьма различные структуры, отличающиеся содержанием перлита, бейнита и мартенсита. Очевидно, что такие поковки использовать для механической

*Белекбек Муратович Жолдошов – к.х.н.
Владимир Сергеевич Муратов – д.т.н., профессор.
Михаил Семенович Кенис – д.т.н., профессор.*

обработки невозможно из-за высокой твердости, которая меняется как в пределах одной поковки, так и при переходе от одной поковки к другой.

В самом деле, длительность пребывания в контейнере поковок может отличаться на несколько часов: одни поковки остывают вблизи стенки контейнера, другие – на днище или в глубине контейнера, окруженные горячими поковками, третьи – на поверхности. Соответственно, степень распада аустенита на перлит будет разной.

Чтобы устранить вышеуказанную разноструктурность и улучшить обрабатываемость, поковки подвергают отжигу для получения перлитной структуры.

Отжиг ранее осуществлялся двумя путями.

Первый нагрев в газовой однокамерной печи до $T=850-870\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 2-3 ч, с последующим охлаждением вместе с печью со скоростью $(15-17)\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ в течение 10 ч до $T=700\text{ }^{\circ}\text{C}$ с последующим остыванием до примерно $(50-70)\text{ }^{\circ}\text{C}$ при открытой дверце. Общая длительность отжига примерно (18-20) ч.

Второй нагрев в первой печи до $850-870\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 2-3 ч и перенос во вторую печь с температурой $720-750\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка примерно 8 ч и выгрузка на воздух. Общая длительность отжига (11-12) ч. Для изотермического распада аустенита распад осуществляется в течение 8-10 ч, после чего поковки выгружают на воздух.

Недостаток указанной технологии заключается в том, что различные составляющие структуры претерпевают $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение с различной скоростью и дают заметно отличающийся по своей легированности аустенит, т. е. проявляются при $\alpha \rightarrow \gamma$ превращении эффекты структурной наследственности. Поэтому приходится увеличивать время выдержки при температуре аустенизации перед изотермическим распадом аустенита. Нами предпринята попытка разработки новой технологии отжига быстрорежущей стали, которая дает существенный экономический эффект и устраняет необходимость использования дополнительных печей для проведения отжига.

Одновременно нами было исследовано влияние схемыковки цилиндрических заготовок ($d=60\text{ мм}$, $l=120\text{ мм}$) на структуру и качество поковок из сталей Р6М5 и Р6М5К5.

Вариантыковки представлены на рис. 1. Подковкунагрев осуществлялся только в высокотемпературной камере двухкамерной печи, минуя первую камеру.

Схема 1 включала предварительную двукратную осадку по 10% с каждой стороны с последующей окантовкой по боковой поверхности либо с сохранением круглого сечения, либо с получением квадратного сечения. Окончательно поковки формировались в молотовом штампе (см. рис. 1, а).

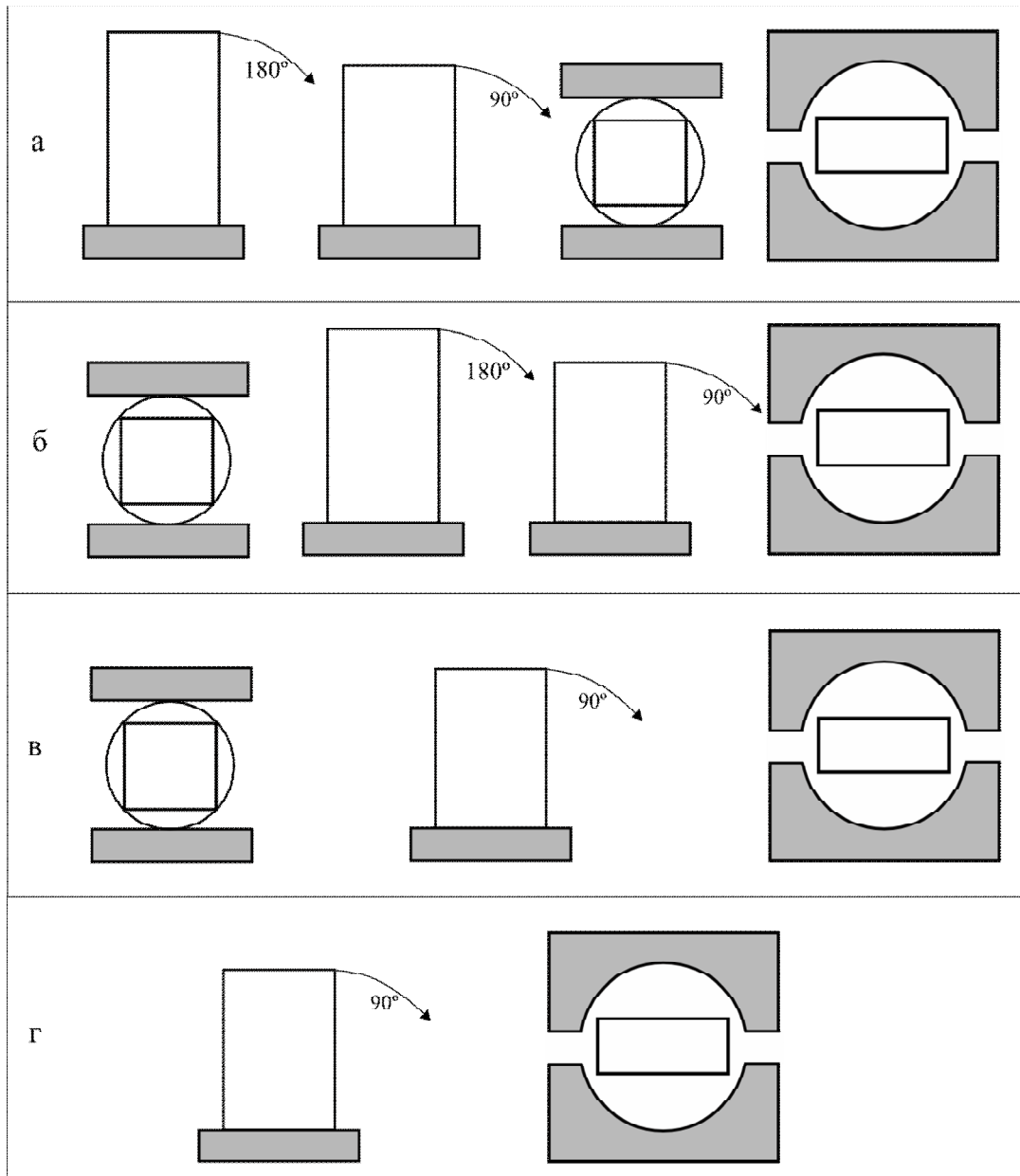
Схема 2 (см. рис. 1, б) включала окантовку по образующей с последующей осадкой на 10% с каждой стороны, т. е. схема 2 отличалась от первой схемы очередностью операций.

Схема 3 (см. рис. 1, в) повторяла схему 2, однако после первой осадки заготовка помещалась в ковочный штамп без второй осадки, при этом она поворачивалась на 90° .

Схема 4 (см. рис. 1, г) включала осадку поковки на 20%, после чего заготовка переворачивалась на 90° и помещалась в ковочный штамп.

Выполненные исследования показали, что схема 1 рациональна с точки зрения увеличения пластичности и получения более компактного и удачного расположения волокна по контуру поковки.

При сравнении схем 2 и 3, нами было установлено, что односторонние и однократные осадки заготовки перед штамповкой дают идентичные структуры. Однако схема 3 более технологична (экономна).



Р и с. 1. Варианты ковки-штамповки

Применение схемы 4 без дополнительных окантовок нецелесообразно из-за некоторого уменьшения пластичности материала и возможности появления надрывов в районе облоя.

После выполнения указанных операций детали отжигались по вариантам, представленным на рис. 2.

Первый вариант (см. рис. 2, а) – одна часть деталей после температур конца ковки подстуживалась на воздухе примерно до температуры 600 °С и помещалась в первую камеру двухкамерной печи, нагретой до температуры примерно 720-750 °С. После завершения накопления в первой камере печи поковки помещались в отдель-

ную печь с температурой 850-870 °С. Тем самым одна камера двухкамерной печи стала выполнять функции печи-накопителя.

После выдержки в отдельной печи с температурой 850-870 °С поковки переносились в печь с температурой 720-750 °С для изотермического распада. Перед закладкой в печь поковки подстуживались под вентилятором прерывисто (2-3 включения и выключения вентилятора по 1-3 мин с целью выравнивая температуры по объему заготовок в контейнере) до температуры порядка 500 °С. После прогрева в печи до 730-750 °С в течение 10-20 мин давалась выдержка 2 ч и поковки выгружались на воздух.

Тем самым первая камера двухкамерной печи играет двойную роль:

– с одной стороны, это накопитель, не позволяющий распасться аустениту на бейнит и мартенсит, т. е. она выполняет функцию печи предварительного подогрева перед переносом в печь с температурой 850-870 °С для отжига. В результате резко сокращается время пребывания в печи при $T=850-870$ °С – с 4-5 ч до 1-1,5 ч;

– с другой стороны, первая камера может выполнять также функцию печи для изотермического распада аустенита после выдержки при 850-870 °С и подстуживания до 500 °С. Однако эту функцию она выполняет при условии завершения программыковки и возобновленияковки не ранее, чем через 5 ч после первой партии.

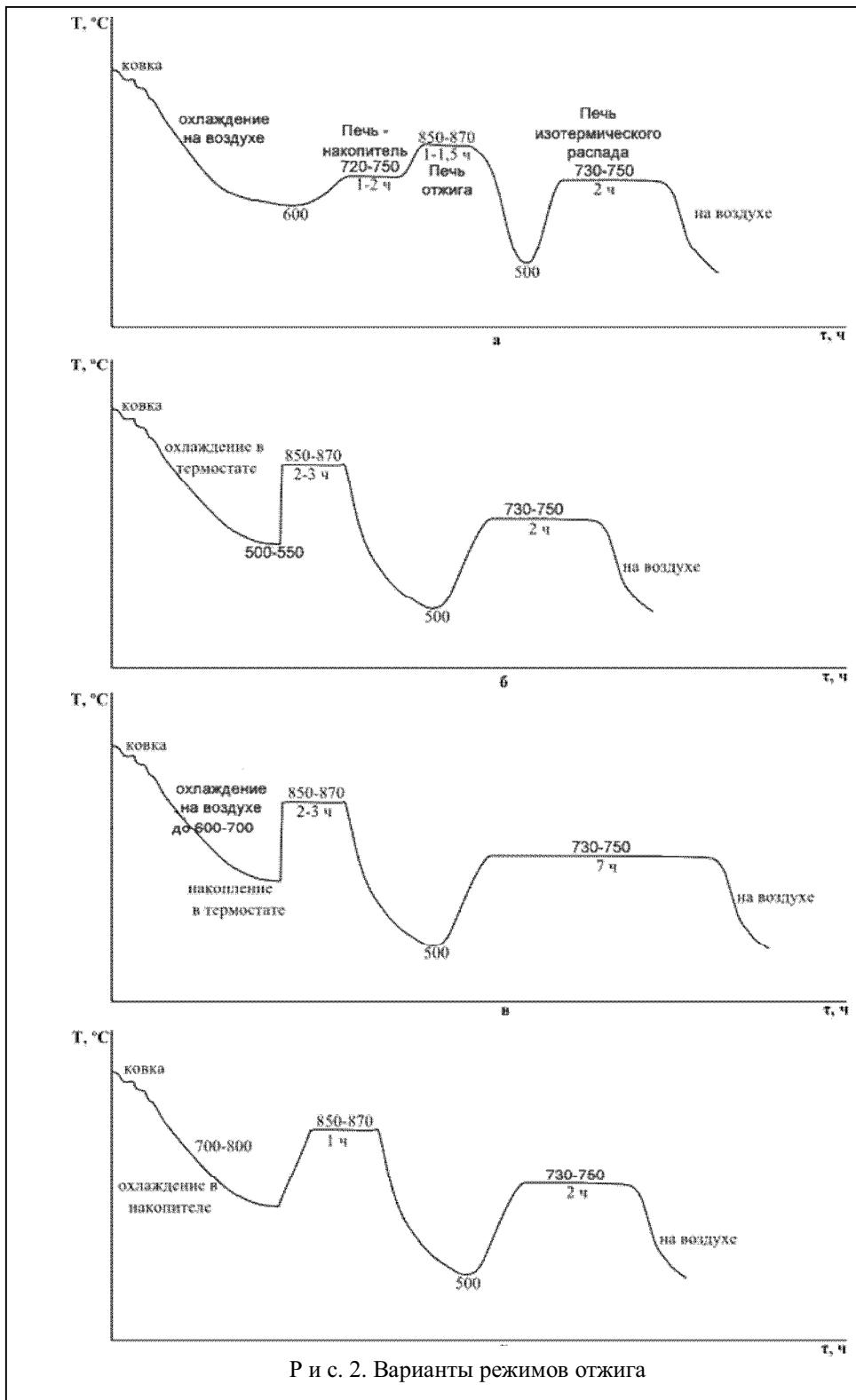
При непрерывнойковке используется дополнительная печь для изотермического распада при 720-750 °С в течение 2-3 ч. Таким образом, общая длительность отжига после завершенияковки составляет 4,5-5 ч вместо 18-20 ч.

Второй вариант отжига (см. рис. 2, б) осуществлялся только в пределах участкаковки, т. е. в двухкамерной печи, предназначенной дляковки. Нагрев подковку осуществляется в высокотемпературной печи с $T=1050-1150$ °С, расположенной отдельно. В двухкамерной печи в одной камере поддерживалась температура 730-750 °С, в другой – 850-870 °С. Послековки поковки остывали в термостате с температурой порядка 500-550 °С, затем после накопления они помещались в высокотемпературную камеру с температурой 850-870 °С, где выдерживались 2-3 ч.

Для изотермического распадаковки переносили в низкотемпературную камеру с температурой 730-750 °С, предварительно подстудив их под вентилятором до температуры 500 °С; время выдержки в низкотемпературной печи – 2 ч.

Третий вариант отжига (см. рис. 2, в) – одна часть деталей после температур концаковки охлаждались на воздухе до температур примерно 600-700 °С и помещались в термостат. Затем после накопления в термостате детали помещались в отдельную печь с температурой 850-870 °С, давалась выдержка 2-3 ч, после выдержки перед закладкой в печь с температурой 730-750 °С поковки подстуживались под вентилятором прерывисто до температуры порядка 500 °С. После прогрева печи до 730-750 °С в течение 10-20-мин давалась выдержка 7 ч и поковки выгружались на воздух.

Четвертый вариант отжига (см. рис. 2, г) осуществлялся только в пределах участкаковки, т. е. в двухкамерной печи, предназначенной дляковки. В двухкамерной печи температура в одной камере поддерживалась 730-750 °С, в другой – 850-870 °С. Послековки поковки остывали в печи-накопителе с температурой до 700-800 °С, затем, после накопления, они помещались в высокотемпературную камеру с температурой 850-870 °С, где выдерживались 1 ч. Для изотермического распадаковки переносили в низкотемпературную камеру с температурой 730-750 °С, предварительно подстудив их под вентилятором до температуры 500 °С; давалась выдержка 2 ч, и поковки выгружались на воздух.



Р и с. 2. Варианты режимов отжига

Два варианта отжига (см. рис. 2, б, г) полностью исключают необходимость использования отдельной печи для отжига.

Что касается режимов отжига и структуры поковок, то как по варианту 1, так и по варианту 2 получена одинаковая структура «перлит + карбид» («дисперсный перлит + карбид»). При этом мы видим, что благодаря подстуживанию перед изотермическим распадом выдержка в низкотемпературной печи 2-2,5 ч является вполне достаточной для получения перлитной структуры. Твердость быстрорежущих сталей по обоим вариантам отжига была практически одинаковой и составляла 200-220 НВ для Р6М5 и 220-240 НВ для Р6М5К5.

Из изложенного очевидно, что более целесообразными являются варианты отжига 2 и 4, которые отличаются малой длительностью и не требуют дополнительных печей для реализации отжига.

Выводы:

1. Предложены энергоэкономные режимы отжига поковок из сталей Р6М5 и Р6М5К5, осуществляемого непосредственно в двухкамерной печи на участкековки. При этом отпадает необходимость дополнительных печей для отжига быстрорежущих сталей. Длительность отжига сокращается в 3-4 раза.

2. Разработана схема получения заготовок методом свободнойковки, которая гарантирует высокую плотность и однородность структуры поковки.

3. Сокращение режима отжига по предложенным вариантам 2 (рис.2,б) и 4 (рис. 2,г) благоприятно сказывается на стойкости сверл и метчиков (стойкость возрастает 1,2-1,4 раза).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жолдошов Б.М., Муратов В.С., Кенис М.С. Особенности влияния форсированного охлаждения на распад аустенита в легированных сталях // Заготовительные производства в машиностроении. – 2010. – №7. – С. 45-47.
2. Жолдошов Б.М., Муратов В.С., Кенис М.С. Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства быстрорежущей стали Р6М5 // 45-летие образования ОшТУ: Тр. междунар. техн. конф. – Ош: ОшТУ, 2009. – С. 65-69.

Статья поступила в редакцию 24 декабря 2010 г.

UDC 669.14.018.3; 620.17

FAST ANNEALING FORGINGS OF HIGH SPEED STEEL

B.M. Zholdoshev, V.S. Muratov, M.S. Kenis

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The mode of the annealing of forgings made of steels R6M5 and R6M5K5, which are implemented directly in the two-chamber kiln at the site of forging is proposed and first developed.

Keywords: *high-speed steel, hardening, austenite, forging, stamping, structure.*

Belekbek M. Zholdoshev – Doctoral candidate.

Vladimir S. Muratov – Doctor of Technical Sciences, Professor.

Mihail S. Kenis – Doctor of Technical Sciences, Professor.