

УДК 669.14.018.3; 620.17

ФОРСИРОВАННЫЙ ОТЖИГ ПОКОВОК ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ
 ТЕЗ КЕСҮҮЧҮ БОЛОТТОРДУ ЫКЧАМ ЖЫШЫТУУГА ДУУШАР КЫЛУУ
 FAST ANNEALING FORGINGS OF HIGH SPEED STEEL

Жолдошов Б.М. – т.и.д., профессор, ОшТУ
 «Курулуш өндүрүшү» кафедрасы,
belek0365@mail.ru

Анатоция: Исследованы режимы ускоренного отжига поковок из быстрорежущих сталей Р6М5 и Р6М5К5. Впервые по такому режиму предложены четыре варианта отжига. Образцы отличались между собой размерами. Время выдержки образцов разные. Отжиг осуществлялся непосредственно в двухкамерной печи на участкековки.

Анатоция: Р6М5 жана Р6М5 К6 тез кесүүчү болоттордун тездетилген ыкчам жышытуу режимдери изилденген. Биринчи жолу ушундай жол менен жышытуунун төрт варианты сунушталган. Үлгүлөрдүн дагы өздөрүнүн өлчөмдөрү менен айырмаланышат. Үлгүлөр кармоо убактылары менен да өзгөчөлөнүп турган. Жышытуу термикалык иштетүүсү эки камералуу меште жүргүзүлгөн.

Annotation: Exploration regimes – we accelerated annealing of fast – burned forgings their steels are P6M5 and P6M5KS for all this, four six annealing options were proposed. The samples were different in size and time. Proposed and first developed 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.

Ключевые слова: инструментальные стали, термоциклирование, термостойкость, твердость, закалка, отпуск, аустенит, распад, форсированное охлаждение, легирование, отжиг.

Ачык сөздөр: инструменталдык болоттор, термоциклдик, жылуулук турактуулук, катуулук, сугаруу, түшүрүү, аустенит, мартенсит, таралуу, айлануу, легирлөө, жышытуу.

Key words: instrumental steels, thermo cycling, thermal endurance, hardening, tempering, austenite, decomposition, forced cooling, transforming, alloying, annealing.

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

Вырезанные заготовки из катаных прутков предварительно подвергались к отжигу, далее поставлялись ковке. Впрочем были случаи, когда дляковки поставлялись нормализованные мерные заготовки после рубки при высоких температурах. Вышеуказанные заготовки нередко имели закаленную структуру, которая без предварительнойковки не могла быть разрезана на заготовки нужного размера. По границам зерен имели свои места скелетообразные карбиды типа Fe_2W_4C , что свидетельствует о чрезмерном перегреве и оплавлении вдоль границ зерен. Поэтому поправка такого дефекта путем однократного или циклического отжига не возможно.

Структура предварительно перегретого и подвергнутого циклическому отжигу четырехкратному нагреву-охлаждению при $950 \leftrightarrow 700^\circ C$ с выдержкой при $700^\circ C$ - 5ч, а при

950°С- 30 мин, последнее охлаждения на воздухе прутка аналогична. Разрушение карбидного каркаса возможно только при ковке.

В исследованиях ковке подвергались заготовки как предварительно отожженные по режиму нагрев до $T=870^{\circ}\text{C}$, выдержка 3ч, охлаждение с печью до $T=100^{\circ}\text{C}$ в течение 14 ч, так и заготовки с закаленной структурой.

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

Первая камера осуществляет предварительный нагрев до температур 850-870°С, где заготовки плавно переходят критическую точку A_1 .

Вторая камера 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 зернограницные карбиды разрушаются, и происходит «перепутывание» зерен и устранение прежних границ. После пластической деформации поковки остывают в контейнере в течении 3-5 часов до температур порядка примерно 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 обработки невозможно, из-за высокой твердости, которая меняется как в пределах одной поковки так и при переходе от одной поковки к другой.

На практике, время пребывания в контейнере поковок может отличаться друг от друга на несколько часов: одни остывают вблизи стенки контейнера, другие на днище или, в глубине контейнера, окруженные горячими поковками или на поверхности. Следовательно, степень распада аустенита на перлит будет разной.

Чтобы устранить выше указанную разноструктурность и улучшить обрабатываемость, поковки подвергают к отжигу для получения перлитной структуры.

Экспериментальный отжиг ранее осуществлялся двумя путями: первый нагрев в газовой однокамерной печи до $T=850-870^{\circ}\text{C}$, выдержка 2-3 часа, и с последующим охлаждением вместе с печью со скоростью $(15-17)^{\circ}\text{C}/\text{час}$ в течении 10 часов до $T=700^{\circ}\text{C}$ с последующим остыванием до примерно $(50-70)^{\circ}\text{C}$ при открытой дверце. Общая длительность отжига примерно (18-20) часов.

Второй нагрев в первой печи до 850-870°С выдержка 2-3 часа, и перенос во вторую печь с температурой 720-750°С выдержка примерно 8 часов, и выгрузка на воздух. Общая длительность отжига (11-12) часов. Для изотермического распада аустенита распад осуществляется в течении 8-10 часов, после чего поковки выгружают на воздух.

Недоработкой 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 $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение 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.

Параллельно было исследовано влияние схемыковки цилиндрических заготовок ($d=60$ мм, $l=120$ мм) на структуру и качество поковок из сталей Р6М5 и Р6М5К5.

Различные варианты ковки представлены на рисунках (см рис.1, а - з). Под ковку нагрев осуществлялся только в высокотемпературной камере двухкамерной печи, минуя первую камеру.

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

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

Третья схема, (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°.

Четвертая схема, (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 2,а, рациональна с точки зрения увеличения пластичности и получения более компактного и удачного расположения волокна по контуру поковки.

Сравнивая схемы 2,б и 2,в нами было установлено, что односторонние и однократные осадки заготовки перед штамповкой дают идентичные структуры. Однако схема 2,в более технологична (экономна).

Применение схемы 2,г без дополнительных окантовок нецелесообразно из-за некоторого уменьшения пластичности материала и возможности появления надрывов в районе облаю образцов.

После выполнения указанных операций, детали отжигались по вариантам представленным на (см.рис.2, а-з).

Вариант №1 (см.рис.2,а) одна часть деталей после температур конца ковки подстуживались на воздухе примерно до температур 600°С и помещались в первую камеру двухкамерной печи, нагретой до температуры примерно 720- 750°С. После завершения накопления в первой камере печи, поковки помещались в отдельную 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 минуты, с целью выравнивая температуры по объему заготовок в контейнере) до температуры порядка 500°С. После прогрева в печи до 730-750°С в течении 10-20 мин, давалась выдержка 2 ч, и поковки выгружались на воздух.

Тем самым первая камера двухкамерной печи играет двоякую 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 $T=850-870^{\circ}\text{C}$ с 4-5 часов до 1-1,5 часов;

-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 программы ковки и возобновления ковки не ранее, чем через 5 часов после первой партии.

При непрерывной ковке используется дополнительная печь для изотермического распада при 720-750°C в течении 2-3 часов. Таким образом, общая длительность отжига после завершенияковки составляет 4,5-5 часов вместо 18-20 часов.

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 $T=1050-1150^{\circ}\text{C}$, расположенныйотдельно. В двухкамерной печи, одна камера поддерживалась 730-750°C, а другая камера при температуре 850-870°C. Послековки поковки остывали в термостате с температурой порядка 500-550°C, затем после накопления они помещались в высокотемпературную камеру с температурой 850-870°C, где выдерживались 2-3 ч.

Для изотермического распада поковки переносились в низкотемпературную камеру с температурой 730-750°C, предварительно подстудив их под вентилятором до температур 500°C, 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°C и помещались в термостат. Затем после накопления в термостате они помещались в отдельную печь с температурой 850-870°C, давалась выдержка 2-3 ч, после выдержки перед закладкой в печь с температурой 730-750°C, поковки подстуживались под вентилятором прерывисто до температуры порядка 500°C. После прогрева печи до 730-750°C, в течении 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, одна камера поддерживалась 730-750°C, а другая камера при температуре 850-870°C. Послековки поковки остывали в печи-накопителя с температурой до 700-800°C, затем после накопления, они помещались в высокотемпературную камеру с температурой 850-870°C, где выдерживались 1ч. Для изотермического распада поковки переносились в низкотемпературную камеру с температурой 730-750°C, предварительно подстудив их под вентилятором до температур 500°C, давалась выдержка 2ч, и поковки выгружались на воздух.

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

Что касается режимов отжига поволоков, то, как по режиму 3,а, так и по режиму 3,б 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 достаточным для получения перлитной структуры. Твердость быстрорежущих сталей по обоим вариантам отжига была практически одинаковой и составляла 200-220НВ для Р6М5 и 220-240НВ для Р6М5К5.

Из изложенного очевидно, что более целесообразным является режим 3,б,г который отличается малой длительностью, и не требует дополнительных печей для реализации отжига.

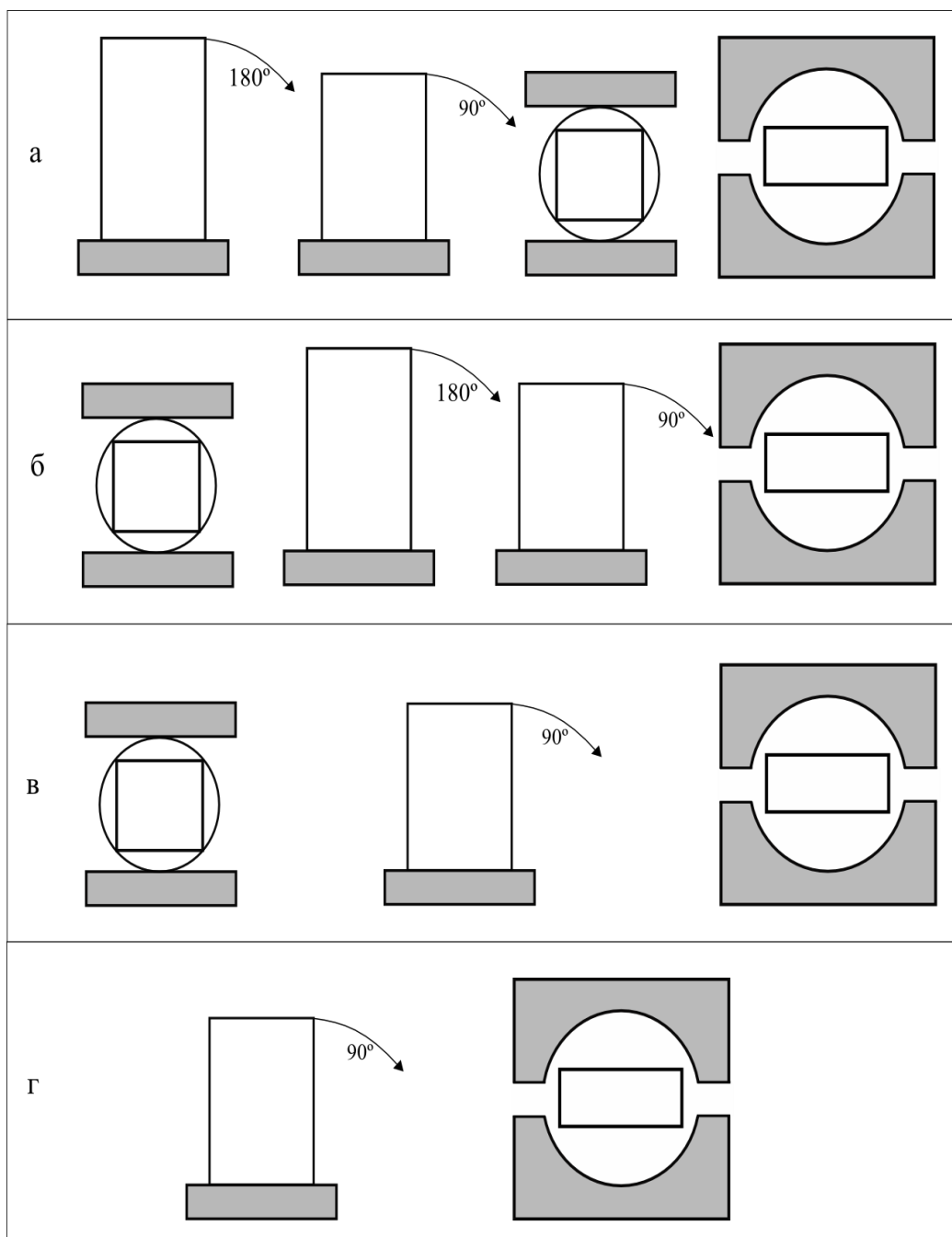


Рис.1. Варианты ковки - штамповки

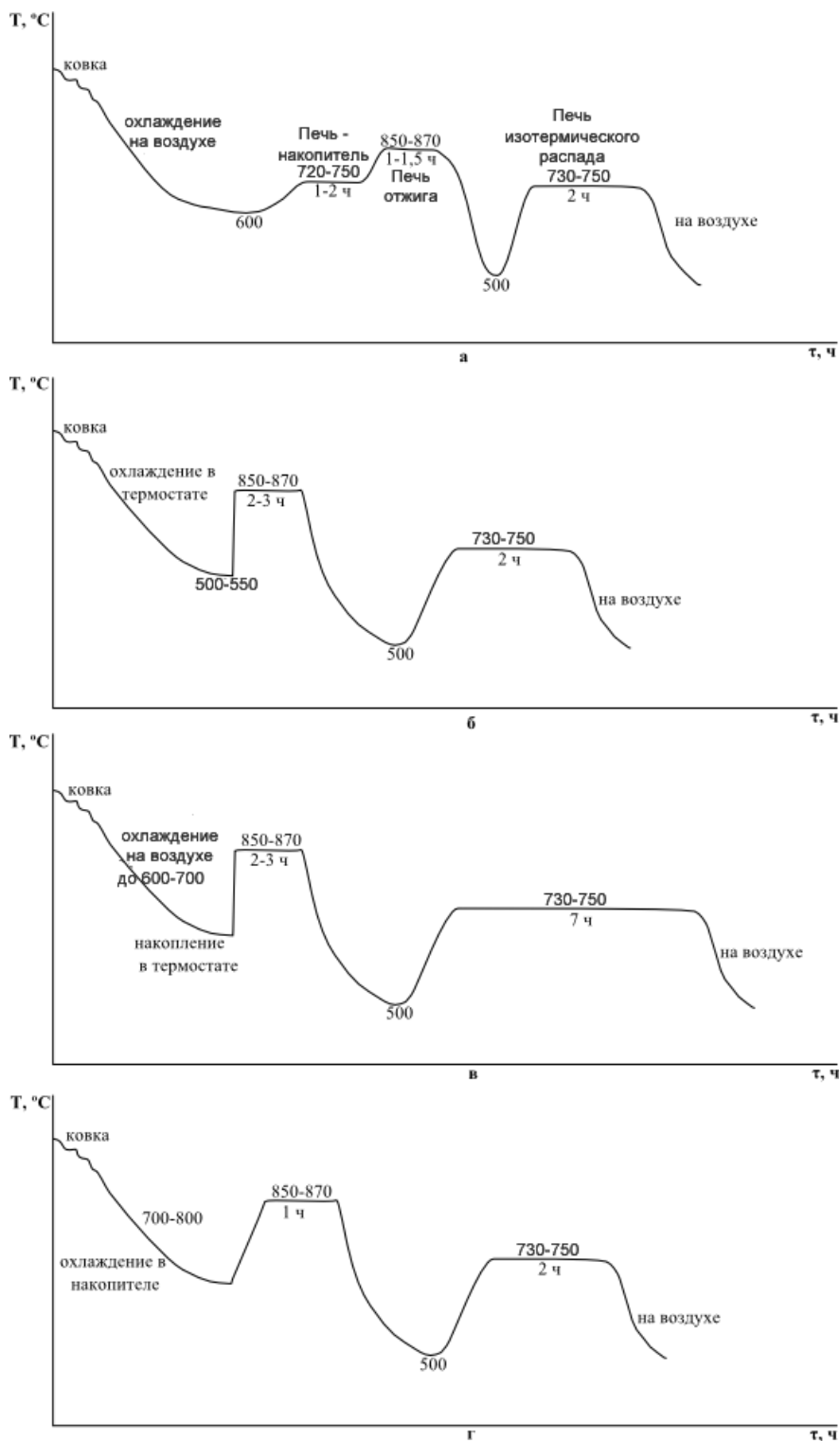


Рис.3 Варианты режимов отжига

Заключения:

1. Нет необходимости дополнительных печей для отжига быстрорежущих сталей. Время проведения обработки отжига сокращается в 3-4 раза. Предлагается впервые энерго-экономный режим отжига поковок из быстрорежущих сталей Р6М5 и Р6М5К5, и осуществляются непосредственно в двухкамерной печи на участкековки.

2. Впервые разработаны схемы получения заготовок методом свободнойковки, которая гарантирует высокую плотность и однородность структуры поковки.

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

Список использованной литературы:

1. Жолдошов Б.М., Муратов В.С., Турдажиева Э.Н. Уровень распределения легирующих элементов в быстрорежущих сталях [Текст] / В.С. Муратов, Э.Н. Турдажиева // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, Научно-технический журнал, 2017, №1 - С.42 - 44.
2. Жолдошов Б.М. Особенности охлаждения и распада аустенита для быстрорежущей стали Р6М5 [Текст] // Известия ВУЗов. Научно-технический журнал. №3, -Бишкек, 2013.-С. 112-115.