

УДК 621.73

Василевский О. В.

ТЕХНОЛОГИЯ КОВКИ ВЫСОКОХРОМИСТОЙ СТАЛИ X12MФ

В настоящее время основные производители металлургической продукции стремятся уменьшить величину затрат на передел. В том числе расходными статьями являются затраты на технологический инструмент и оснастку. Для уменьшения данных издержек разрабатываются различные технические пути увеличения стойкости и длительности эксплуатации инструмента. Одним из решений является внедрение новых инструментальных сталей и сплавов. Именно такой путь был выбран на ОАО «ММК им. Ильича» для изготовления сварочных, калибрующих валков, которые используются при сваривании труб. Калибрующие валки работают в условиях трения истирания, сварочные валки в условиях трения истирания и под влиянием повышенной температуры сварочной дуги (700–750 °С) [1–3].

Целью работы является разработка технологии ковки высокохромистых инструментальных легированных сталей в комбинированных бойках на гидравлическом ковочном прессе.

В качестве нового материала была предложена высокохромистая сталь X12MФ (ГОСТ 5950–2000) ледебуритного класса, химический состав которой приведён в табл. 1. Температура критических точек материала X12MФ приведена в табл. 2. Данная марка стали обеспечивает твёрдость до 60...63 HRC и высокую износостойкость.

Таблица 1

Химический состав в % материала X12MФ

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu
1,45 – 1,65	0,1 – 0,4	0,15 – 0,45	до 0,35	до 0,03	до 0,03	11 – 12,5	0,4 – 0,6	0,15 – 0,3	до 0,3

Таблица 2

Температура критических точек материала X12MФ

$A_{c1} = 810 \text{ °C}$	$A_{c3}(A_{cm}) = 860 \text{ °C}$	$A_{r3}(A_{rcm}) = 780 \text{ °C}$	$A_{r1} = 760 \text{ °C}$	$M_n = 225 \text{ °C}$
---------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	---------------------------	------------------------

В отличие от конструкционных сталей, ковка инструментальных сталей представляет особые трудности: пониженная пластичность, повышается температура деформационного старения, узкий температурный интервал ковки, необходимость высокого качества слитков, специальные режимы пластической деформации [1].

Сталь X12MФ характеризуется повышенным содержанием хромистых карбидов (Cr_7C_3) до 20 % [2]. Именно большое количество избыточной карбидной фазы делает сталь износоустойчивой. Карбиды, располагаясь в основном по границам первичных аустенитных зёрен, нарушают межатомную металлическую связь между зёрнами, снижая пластические свойства металла. Возможно возникновение сплошной карбидной сетки по границам первичных аустенитных зёрен, что способствует разрушению металла при пластической деформации [3].

Рекомендуемый температурный интервал ковки данного материала 1140–850 °С. Верхняя температурная граница обусловлена склонностью этих сталей к перегреву и пережогу. При снижении температуры до 900 °С сопротивление деформации увеличивается более чем в 2 раза [4].

Отсутствие опытаковки слитков из стали X12МФ в кузнечно-прессовом цехе ОАО «ММК им. Ильича» потребовало детальной проработки технологических режимов пластической деформации металла, для предотвращения трещинообразования на металлургических переделах в дальнейшем. Первый опытковки X12МФ традиционным способом на плоских бойках привёл к разрушению металла после первой кантовки. В связи с этим в технологический процесс были внесены значительные изменения, как в получение исходной заготовки (слитков), так и в температурно-деформационные режимыковки. Использование комплекса технологических мероприятий позволило добиться получения качественныхпоковок.

В качестве исходной заготовки были использованы слитки развесом 1780 кг и поперечным сечением 450 мм. Выплавка стали осуществлялась в электродуговых печах фасонно-сталелитейного цеха ОАО «ММК им. Ильича», разливка производилась сифонным способом. После разведения, при температуре поверхности слитков не менее 700 °С, их передавали на термический участок для проведения диффузионного отжига. Такая операция позволяет устранить или смягчить дендритную (карбидную) неоднородность литой структуры слитка, в результате этого уменьшается вероятность разрушения металла на первых этапах пластической деформации.

После специальной термической обработки слитки в холодном состоянии передавались в кузнечнопрессовый цех ОАО «ММК» для нагрева и последующейковки. Для исключения возможности перегрева или пережога металла был предложен трёхступенчатый график нагрева слитков с выдержкой под ковку 1160 ± 10 °С до 2 часов (см. рис. 1). Нагрев под ковку производили в камерной газовой печи с выкатным подом. Слитки были загружены в печь так, чтоб избежать прямого попадания факела пламени из горелок на нагреваемую заготовку и предотвратить возможность местного пережога металла.

Ковку слитка производили в двух парах комбинированных бойков: нижний – вырезной, верхний – плоский. В первой паре вырезной боек имел размеры: ширина бойка – 300 мм, глубина выреза – 200 мм, радиус выреза – 540 мм. В этой паре осуществлялась деформация с исходной заготовки до диаметра 320 мм. Во второй паре вырезной боек имел размеры: ширина бойка – 300 мм, глубина выреза – 200 мм, радиус выреза – 340 мм. В этой паре осуществлялась деформация с диаметра 320 до диаметра 215 мм.

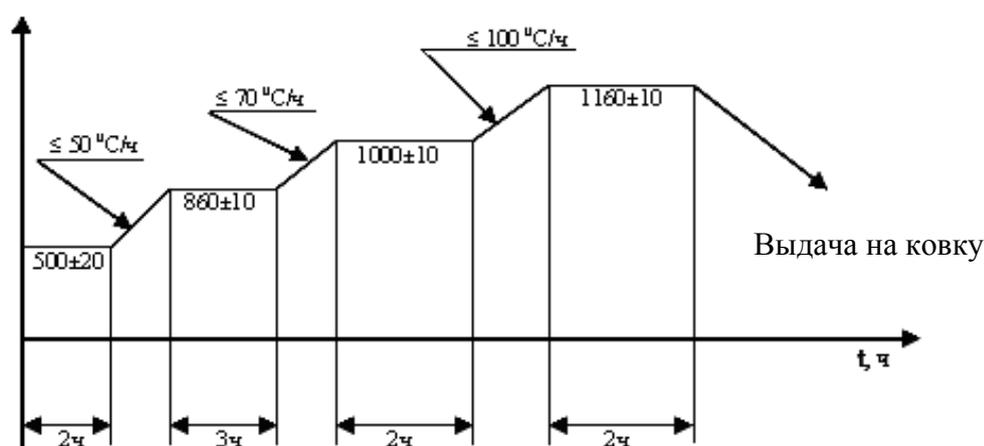


Рис. 1. График нагрева под ковку слитка X12МФ

При температуре 1160 °С слиток X12МФ подавался под гидравлический ковочный пресс усилием 12,5 МН. Первыми обжатиями ставилась задача добиться образования пластичной «рубашки» на поверхности слитка и предварительно раздробить литую карбидную сетку по границам зерен, для предотвращения трещинообразования в дальнейшем. В связи

с этим необходимо было рассмотреть возможность деформации малыми обжатиями, однако при таких режимах возникают внутренние растягивающие напряжения в осевой зоне поковки [5]. Следуя рекомендациям [6] было предложено в первые три прохода обжатия производить с относительной степенью деформации $\varepsilon = 5-7\%$, относительной подачей 0,4 и углом кантовки 120° . При относительной подаче 0,4 и деформации в пределах $5-7\%$ растягивающие напряжения отсутствуют, в очаге деформации наблюдается состояние неравномерного всестороннего сжатия, что позволяет избежать как разрушения в осевой зоне поковки, так и по границам карбидной сетки. Последующие обжатия осуществлялись на прессе 12,5 МН с относительной степенью деформации $\varepsilon = 15\%$, относительной подачей 0,5 – 0,6, углом кантовки 120° . Схема протяжки за один проход приведена в рис. 2.

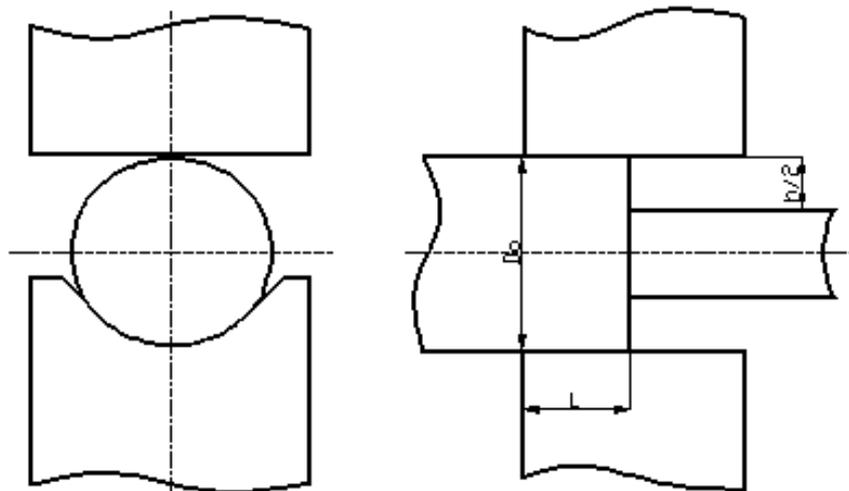


Рис. 2. Схема протяжки за один проход:

D_0 – начальный диаметр заготовки; h – величина обжатия за один проход; L – подача

Для получения поволоков с окончательными размерами: диаметром 215 мм и длиной 1000...1100 мм потребовалось 14 выносов, после окончанияковки они были переданы на предварительную термообработку – изотермический отжиг (рис. 3).

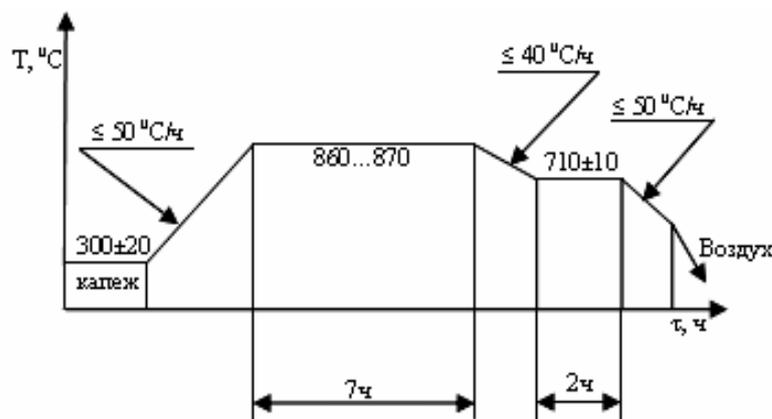


Рис. 3. График термообработки поволоков из X12МФ

После проведения термической обработки поволоков в механическом цехе были отобраны пробы для проведения металлографических исследований. Установлено, что карбидная неоднородность стали, определенная на 5-ти образцах по ГОСТ 5950-2000, шкала 2, приложение Д составила (2...3) баллов из 10 баллов (см. рис. 4) по сравнению с 6–7 балами в исходной заготовке в литой структуре. Такое состояние микроструктуры свидетельствует о высоком качестве металла в изготовленных поволоках.

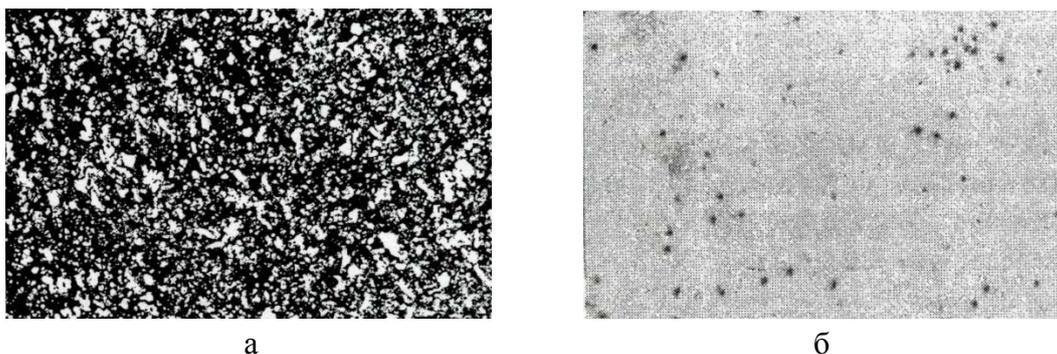


Рис. 4. Сталь X12МФ в деформированном состоянии:

а – микроструктура с балом карбидной сетки 2...3; б – загрязненность стали неметаллическими включениями, оксиды 2 – 3 ГОСТ 1778–82

ВЫВОДЫ

На ОАО «ММК им. Ильича» разработана и внедрена технологияковки высокохромистой инструментальной легированной стали марок X12МФ (ГОСТ 5950-2000) в комбинированных бойках на гидравлическом ковочном прессе. Предложенный технологический режим был разделён на два этапа. На первом этапе производили деформацию с малыми степенями обжатия $\varepsilon = 5\%$ и относительной степенью подачи 0,4 за один проход с целью раздробления возможной карбидной сетки на втором этапе производили интенсивную деформацию со степенями обжатия $\varepsilon = 15\%$ за один проход.

Применение таких режимов пластической деформации позволили получить поковки с качественной микроструктурой при суммарных степенях укова 4–4,5. Удалось добиться значительного снижения карбидной неоднородности стали. Также необходимо отметить, что результат был получен без установки нового оборудования или специального ковочного инструмента, что исключило дополнительные материальные затраты. В настоящее время рассматривается возможность усовершенствования технологического процесса путем использования эффекта макросдвиговых деформаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брюханов А. Н. Ковка и объемная штамповка / А. Н. Брюханов. – [изд. 2-е, перераб. и доп.] – М. : «Металлургия», 1975. – 408 с.
2. Гуляев А. П. Металловедение / А. П. Гуляев. – [Изд. 5-е, перераб. и доп.] – М. : «Металлургия», 1977. – 649 с.
3. Дзугутов М. Я. Пластическая деформация высоколегированных сталей и сплавов / М. Я. Дзугутов. – [Изд. 2-е, перераб. и доп.] – М. : «Металлургия», 1977. – 480 с.
4. Юдович С. З. Ковка на молотах заготовок из легированных сталей / С. З. Юдович. – М. : Машиностроение, 1968. – 215 с.
5. Дзугутов М. Я. Напряжения и разрывы при обработке металлов давлением / М. Я. Дзугутов. – М. : Metallurgia, 1974. – 280 с.
6. Антощенко Ю. М. Развитие теории процессовковки с целью создания эффективных технологий производства сплошных и полых поковок из слитков : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.16.05 / МИСиС. – Москва, 2002. – 47 с.

Василевский О. В. – зам. нач. кузнечно-прессового цеха ОАО «ММК им. Ильича».

ОАО «ММК им. Ильича» – открытое акционерное общество «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича», г. Мариуполь.

E-mail: fenona66@mail.ru