

шению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для студентов вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1979. – 400 с., ил. 10. Балалаева Е.Ю. Исследование кольцевого упругого компенсатора при работе системы «пресс-штамп» с перекосами ползуна / Е.Ю. Балалаева, В.В. Кухарь // Обработка материалов давлением: Сб. научн. тр. – №1(20). – Краматорськ, 2009 – С.295-300.

*Поступила в редколлегию 13.09.2009*

**УДК 621.73**

**О. В. ВАСИЛЕВСКИЙ**, зам. нач. кузнечно-прессового цеха к-та Ильича (ОАО ММК им. Ильича)

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫХ ВАЛКОВ ИЗ ВЫСОКОХРОМИСТОЙ СТАЛИ**

Рассмотрена и проанализирована технологияковки заготовок для сварочных и калибрующих валков из высокохромистой стали X12MΦ. Предложены режимыковки слитков в комбинированных бойках, позволяющие разбивать карбидную сетку без разрушения металла.

Were discussed and analysed the technology of forging material swaging for welding and coin rollers from high-chromium steel X12MΦ. Were suggested conditions of forging swaging in combined backups, which allow to break up carbide network without fracture (failure) of metal.

В современной рыночной экономике, ежеминутной борьбе за потребителя, приоритетным направлением развития металлургии и машиностроения, является улучшение качества поставляемой продукции. Главными критериями, определяющими конкурентоспособность изделий, является паритетное соотношение стоимости предлагаемой продукции и эксплуатационных характеристик. Решение этих задач преследовали специалисты 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.

Для увеличения стойкости калибрующих и сварочных роликов было предложено изменить марку стали. В качестве нового материала была предложена высокохромистая сталь X12MΦ (ГОСТ 5950-2000) ледебуритного класса, химический состав которой приведён в табл. 1. Температура критических точек материала X12MΦ приведена в табл. 2. Большое количество избыточной карбидной фазы содержащиеся в данной марки стали позволяет обеспечивать твёрдость детали после термической обработки до 60...63 HRC, что обеспечивает высокую износостойкость в процессе её эксплуатации.

В отличие от конструкционных сталей, ковка инструментальных сталей представляет особые трудности: пониженная пластичность, повышается температура деформационного старения, узкий температурный интервалковки, необходимость высокого качества слитков, специальные режимы пластической деформации [1]. Это объясняется повышенным содержанием хромистых карбидов (Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>) до 20% [2]. 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 аусте-

нитных зёрен, что способствует разрушению металла при пластической деформации [3].

Таблица 1. Химический состав в % материала X12МФ

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 X12МФ

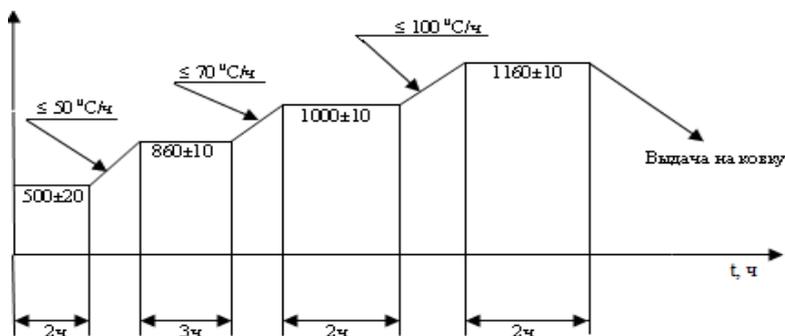
$A_{c1} = 810 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$A_{c3}(A_{cm}) = 860 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$A_{r3}(A_{rcm}) = 780 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$A_{r1} = 760 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$M_n = 225 \text{ }^{\circ}\text{C}$
---	---	--	---	--------------------------------------

Рекомендуемый температурный интервалковки 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 качественных поковок.

В качестве исходной заготовки были использованы слитки развесом 1780 кг и поперечным сечением 450мм. Выплавка стали осуществлялась в электродуговых печах фасоносталелитейного 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 подковку  $1160 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  до 2 часов (см. рис. 1). Нагрев подковку 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

Рис. 1. График нагрева под ковку слитка X12МФ 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.

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  $\epsilon=5-7\%$ , относительной подачей 0,4 и углом кантовки  $120^\circ$ . 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  $\epsilon = 15\%$ , относительной подачей 0,5 – 0,6, углом кантовки  $120^\circ$ . Схема протяжки за один проход приведена в рис. 2.

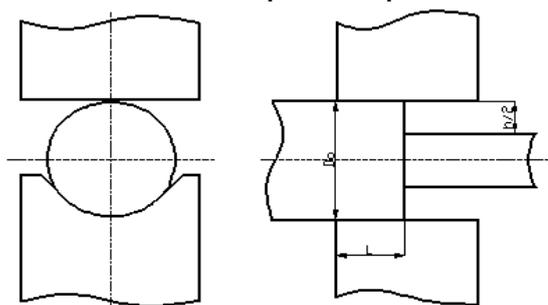


Рис. 2. Схема протяжки за один проход:  $D_0$  – начальный диаметр заготовки,  $h$  – величина обжатия за один проход,  $L$  – подача

Для получения поковок с окончательными размерами: диаметром 215 мм и длиной 1000...1100 мм потребовалось 14 выносов, после окончания ковки они были переданы на предварительную термообработку – изотермический отжиг (рис. 3). После проведения термической обработки поковок 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 поковках.

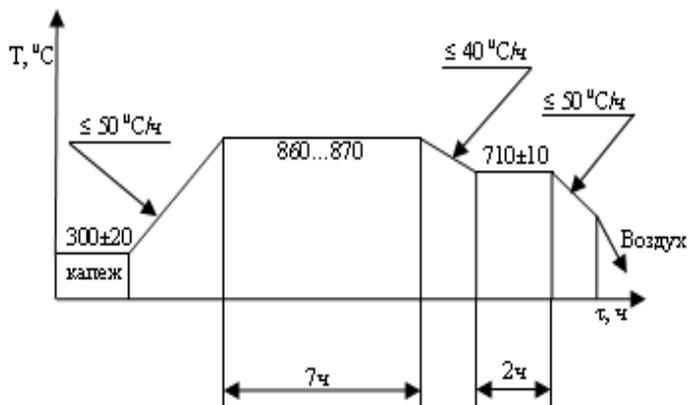


Рис 3. График термообработки поковок из X12MФ

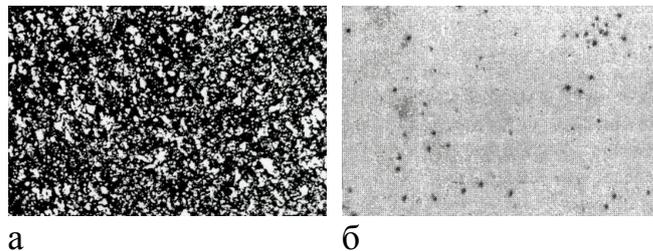


Рис 4. Сталь X12MФ в деформированном состоянии:  
а – микроструктура с балом карбидной сетки 2...3; б – загрязненность стали неметаллическими включениями, оксиды 2 – 3 ГОСТ 1778-82

Таким образом, на ОАО «ММК им. Ильича» разработана и внедрена технологияковки заготовок для сварочных и калибровочных валков из высокохромистой инструментальной легированной стали марок X12MФ (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. Стойкость валков из нового материала увеличилось на 20 – 30 %.

**Список литературы:** 1. Брюханов А.Н. Ковка и объемная штамповка / А.Н. Брюханов. – [изд-е 2-е, перераб. и доп.] - М.: «Металлургия», 1975. - 408 с. 2. Гуляев А.П. Металловедение / А.П. Гуляев. - [изд-е 5-е, перераб. и доп.] - М.: «Металлургия», 1977. - 649 с. 3. Дзугутов М.Я. Пластическая деформация высоколегированных сталей и сплавов / М.Я. Дзугутов. – [изд-е 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.: Металлургия, 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 / МИ-СиС. – Москва, 2002. – 47с.

*Поступила в редколлегию 13.09.2009*

**УДК 621.98: 621.73**

**В.В. КУХАРЬ**, канд. техн. наук, доц., (НМетАУ, ПГТУ), г. Днепропетровск

### **СНИЖЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ ПРЕСС-ШТАМП И БЕЗРУЧЬЕВОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК НА ПРЕССАХ**

Обоснованы направления повышения точности штамповки на кривошипных прессах путем применения малозатратных конструктивных и технологических решений. Разработаны конструкции устройств, предназначенных для компенсации погрешностей системы пресс-штамп, и показаны возможности безручьевого профилирования заготовок на прессах с повышением точности на окончательных штамповочных операциях.