

Лиманкин В. В., Марьин Б. Н., Ким В. А., Марьин С. Б., Хохлов С. А.
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Лиманкин В. В., Марьин Б. Н., Ким В. А., Марьин С. Б., Хохлов С. А.
V.V.Limankin, B.M.Maryin, V.A.Kim, S.B.Maryin, S.A.Khokhlov

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

INTENSIFICATION OF THE PRODUCTION TECHNIQUE USED TO MANUFACTURE REINFORCEMENTS FOR FERROCONCRETE ITEMS



Лиманкин Владимир Васильевич – управляющий директор ОАО «Амурметалл» (Россия, Комсомольск-на-Амуре).
Mr. Vladimir V. Limankin – CEO of the JSC “AmurMetal”.

Марьин Борис Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и технология литейного производства» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре).

Mr. Boris N.Maryin – Doctor in Engineering, Professor of the Department of Foundry Industrial Machinery/Technology, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Komsomolsk-on-Amur).

Ким Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и технология новых материалов» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре).

Mr. Vladimir A.Kim – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Materials Technology and New Materials Technology, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Komsomolsk-on-Amur).



Марьин Сергей Борисович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технология литейного производства» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре).
E-mail: MaryinSB@mail.ru.

Mr. Sergey B.Maryin – PhD in Engineering, Associate Professor at the Department of Foundry Industrial Machinery/Technology, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Komsomolsk-on-Amur).

Хохлов Сергей Алексеевич – председатель законодательной думы Хабаровского края (Россия, Хабаровск).

Mr.Sergey A.Khokhlov – Chairman of the Legislative Assembly of Khabarovsk Region.

Аннотация. Описаны процессы интенсификации технологии производства арматуры на мелкосортном стане 320/150.

Summary. The paper describes the processes of intensification of the technology of producing reinforcements on a light section mill 320/150.

Ключевые слова: прокатка арматуры и проволоки, процессы термической и силовой интенсификации, повышение производительности станков и прочностных свойств изделий.



Key words: reinforcement/wire rolling, thermal and power intensification processes, enhancement of mill productivity and of the strength properties of products.

УДК 621.77

Значение металлургии в развитии промышленности и строительства, в частности, огромно. Особенно это актуально, где применяется большое количество железобетонных изделий. Железобетон является основным конструкционным материалом в капитальном строительстве, при этом ежегодное потребление арматурной стали и закладных деталей достигает десятки миллионов тонн, а удельный расход металла на 1 м³ железобетона составляет в среднем 70 кг. Используемый в железобетонных изделиях металл практически не возвращается в виде лома и поэтому не подлежит возврату в производство из металлофонда страны. В связи с этим необходимо экономно расходовать сталь за счет увеличения ее прочности. Особенно эффективно использование арматурных сталей в изделиях, конструкциях и сооружениях из предварительно напряженного железобетона, получающих все более широкое применение. Так, применение упрочненной арматуры и проволоки с прочностью 600-1300 МПа за счет повышения расчетных сопротивлений позволяет снизить расход металла на 20-55 %.

Прокат металла является заключительным этапом металлургического производства. На металлургических заводах более 80 % всей выплавляемой стали перерабатывается в различные виды проката: профили, арматуру, проволоку, листы, трубы и т.д. Отсюда актуальной задачей, стоящей перед отечественной черной металлургией, является интенсификация прокатного производства на основе разработки и освоения новых высокоэффективных технологий, обеспечивающих повышение производительности труда при соответствующем качестве металлопродукции из передела. Особенно важное значение эта цель приобретает при производстве арматурной стали, потребление которой имеет устойчивую тенденцию к росту в связи с выполнением в стране национального проекта по расширению строительных работ.

В стране сортовой прокат составляет до 60 %, арматурные профили и проволока прокатываются на мелкосортных и мелкосортно-проволочных станах. К таким станам относится стан 320/150 ОАО «Амурметалл», являющийся основным оборудованием производства арматуры и проволоки для изготовления железобетонных конструкций на Дальнем Востоке. Увеличение производства арматурной стали, которая на этом стане составляет до 70 % сортамента продукции, является объективной необходимостью в связи с высокой себестоимостью проката, что повышает конкурентоспособность отечественной продукции.

Эффективным производством сортовых профилей и проволоки, позволяющим повысить производительность станов при соответствующем качестве металлопродукции, являются процессы термической и силовой интенсификаций, которые подразумевают, совокупность некоторых дополнительных по сравнению с традиционными способами мер или действий, позволяющих повысить качество деталей, снизить трудоемкость ее изготовления и уменьшить номенклатуру используемого оборудования и технологической оснастки.

Важным звеном в выборе технологического процесса термического упрочнения арматуры в промышленных условиях явилось изучение возможности замены печного отпуска, требующего больших капитальных вложений, на самоотпуск, не влекущий за собой дополнительных энергозатрат. Всесторонние исследования в этом направлении позволили предложить технологический процесс упрочняющей термической обработки арматурной стали по схеме прерванной закалки с самоотпуском, т.е. наиболее экономичный вариант термообработки.

Проведенные исследования позволили установить диапазон последеформационных пауз, в пределах которых можно осуществлять процесс термического упрочнения с сохране-

нием эффекта ВТМО. Это послужило основанием для рекомендации технологической схемы термоупрочнения арматурной стали с прокатного нагрева.

Исключительно важным условием для реализации технологического процесса термоупрочнения на непрерывных мелкосортных станах явилась разработка охлаждающих устройств, обеспечивающих одновременно интенсивное охлаждение стержней, движущихся со скоростью до 20 м/с, и их транспортирование охлаждающей жидкостью на участке расположения охлаждающих устройств. Разработаны принципиально новые охлаждающие и гидротранспортирующие устройства. Эффект интенсивного охлаждения и гидротранспортирования стержней в ритме работы стана достигается за счет кинетической энергии потока воды, движущейся в направлении прокатки со скоростью примерно в 1,5 – 2,0 раза, превышающей скорость перемещения проката при избыточном статическом давлении 0,5 – 1,0 МПа.

Другим важным условием осуществления указанного технологического процесса было применение экономнолегированных марок стали, обладающих небольшой чувствительностью к колебаниям технологических параметров прокатки и охлаждения, обеспечивающих хорошую стабильность механических свойств готовой продукции и надежность технологического процесса в целом. Полученные в процессе термического упрочнения структурное состояние и свойства позволили применить электротермический способ натяжения при изготовлении предварительно напряженных железобетонных конструкций без снижения комплекса свойств термически упрочненной арматуры.

Рассмотрим влияние скорости деформации, силовой и термической интенсификации на примере производства арматуры на мелкосортном стане 320/150, который изображен на рис. 1.

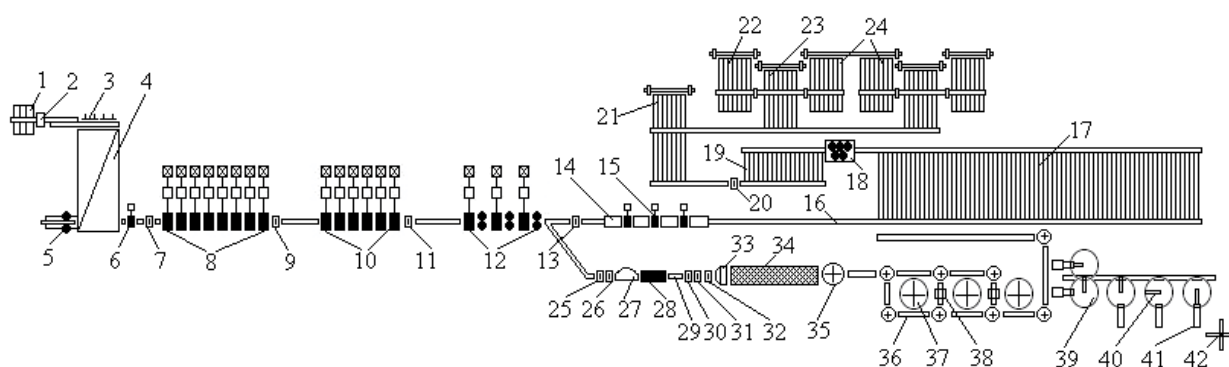


Рис. 1. Схема расположения технологического оборудования мелкосортно-проволочного стана 320/150: 1 – загрузочная решетка; 2 – кантователь; 3 – вталиватель; 4 – нагревательная печь; 5 – отводящий рольганг; 6, 15 – трайб-аппараты; 7 – разрывные ножницы; 8 – черновая группа клеток 500/400; 9 – кривошипные ножницы № 51; 10 – промежуточная группа клеток 360; 11 – эксцентриковые ножницы № 52; 12 – чистовая группа клеток 320; 13 – кривошипно-эксцентриковые ножницы № 53; 14 – участок ускоренного охлаждения; 16 – рольганг; 17 – холодильник; 18 – роликотправительная машина; 19 – транспортер; 20 – ножницы холодной резки; 21 – пакетирующее устройство; 22, 23, 24 – штабелирующие устройства; 25, 26 – кривошипно-эксцентриковые ножницы; 27 – петлерегулятор; 28 – десятиклетевой проволочный блок 215/170; 29 – установка водяного охлаждения; 30, 31 – калибровочные ножницы; 32 – трайб-аппарат; 33 – виткоукладчик; 34 – участок воздушного охлаждения; 35 – виткосборник; 36 – конвейер; 37 – опрокидыватели; 38 – уплотнение и увязка бунтов; 39 – устройство для передачи бунтов; 40 – съемник бунтов; 41 – транспортер; 42 – бунтопакетировочная машина

При этом для ускоренного охлаждения раскатов в потоке прокатного стана применяют устройства, позволяющие регулировать скорость охлаждения в широких пределах: душирующие установки (см. рис. 1. поз. 14.), форсунки, щелевые охладители, спрейеры и т.п. Для сортовой прокатки наиболее целесообразным является применение спрейеров (см. рис. 2).

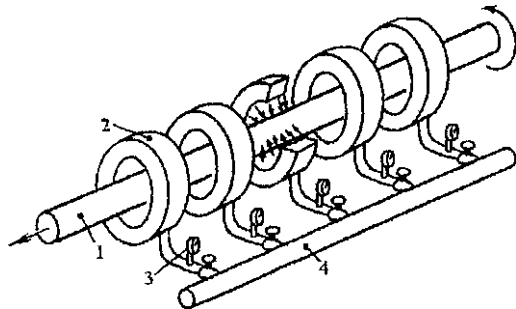


Рис. 2. Секционный спрейер:

- 1 – охлаждаемое изделие; 2 – секция спрейера;
3 – манометр; 4 – магистральный водопровод

можно регулировать скорость и температуру конца охлаждения. В последнее время широкое применение получили вращающиеся спрейеры, в которых каждая секция имеет вращающийся элемент с форсунками. Такое устройство обеспечивает большую равномерность охлаждения металла.

Термомеханическая обработка (ТМО) заключается в приложении внешних деформирующих усилий при изменяющейся или постоянной температуре обрабатываемого материала, приводящих к непосредственному или наследственному развитию дефектов кристаллического строения, изменяющих кинетику и термодинамику структурных и фазовых превращений. В результате неравновесных процессов могут быть получены структурные метастабильные состояния поликристаллических материалов, обеспечивающих его уникальные физико-механические свойства. Все виды совмещенного деформационно-термического воздействия на металл имеют одну важную особенность: физические процессы формирования структуры протекают в условиях образования, исчезновения и перераспределения дефектов кристаллической решетки, вызванных не столько термическим воздействием, сколько деформационным. ТМО надо понимать как совокупность операций деформации, нагрева и охлаждения в различной последовательности, в результате которых формирование окончательной структуры металлического сплава, а следовательно, и его свойств происходит в условиях повышенной плотности несовершенств кристаллического строения, созданных пластической деформацией.

В качестве классификационного признака ТМО принята последовательность операций деформирования и термической обработки, при этом различают операции, проводимые выше и ниже порога рекристаллизации. Варьируя температурой, степенью и скоростью деформирования, а также последеформационную паузу, можно получить набор различных структур: динамически полигонизованную, динамически рекристаллизованную и статически рекристаллизованную.

Структурные и субструктурные изменения во время горячей деформации и после ее завершения представляют собой сложный комплекс протекающих самостоятельно, но накладывающихся в общем случае друг на друга процессов возврата, полигонизации и рекристаллизации. Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО) представляет закалку динамически полигонизованной структуры на мартенсит и последующий низкотемпературный отпуск. Распад горячедеформированного аустенита может происходить в перлитной или бейнитной областях его неустойчивости. При поддержании постоянной температуры распада реализуется так называемая высокотемпературная термомеханическая изотермическая обработка (ВТМизО). Горячую деформацию аустенита можно использовать для наследственной термомеханической обработки (НТМО). В этом случае субструктура аустенита, сформированная пластической деформацией, при последующем охлаждении наследует мартенсит, а

затем частично передается окончательной структуре в ходе завершающей высокотемпературной обработки.

Проведение деформации в температурной области, соответствующей метастабильному состоянию аустенита, составляет суть низкотемпературной термомеханической обработки (НТМО). Если распад реализуется в изотермических условиях с образованием перлитных или бейнитных структур, то процесс называют низкотемпературной термомеханической изотермической обработкой (НТМизО). Теплая и холодная пластическая деформация, предшествующая ВТМО или проводимая после нее, называется предварительной термомеханической обработкой (ПТМО).

Различные виды ТМО могут быть использованы в определенной последовательности и неоднократно. Так, одним из вариантов высокотемпературной наследственной термомеханической обработкой (ВНТМО) может быть следующая последовательность. Первый цикл деформации производят в области существования стабильного аустенита, что позволяет создать дислокационную структуру аустенита, благоприятствующую повышению пластических свойств. Второй цикл производят при температурах ниже температуры рекристаллизации, что обеспечивает повышение прочностных свойств.

ТМО, проводимая с целью придания специальных свойств поверхности, принципиально не отличается от объемной обработки, но включает специальные химико-термические и диффузионные операции. Такую процедуру называют механико- и химико-термической обработкой (МХТО).

Все многообразие термомеханических обработок можно разбить на элементарные процессы, к которым относят:

- холодную пластическую деформацию;
- горячую пластическую деформацию;
- нестационарные процессы;
- метастабильные состояния.

Холодная пластическая деформация применяется перед нагревом или после выполнения основных операций ТМО. Она предназначена для наведения высокой плотности дислокаций и других дефектов кристаллического строения, на основе которых в дальнейшем формируется дислокационная субмикроструктура.

Горячая пластическая деформация аустенита и других высокотемпературных фаз так же, как и холодная пластическая деформация, сопровождается образованием большого количества структурных дефектов, но при этом материал находится в состоянии повышенной пластичности и диффузионной активности. Непосредственно в ходе горячей пластической деформации протекают два конкурирующих кинетических процесса – упрочнение и разупрочнение, скорости которых существенно и по-разному зависят от многих факторов: температуры, степени и скорости деформирования, энергии дефектов упаковки, исходного структурного состояния, фазового состава и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии обработки поверхностей в машиностроении: учеб. пособие / В. А. Ким, Б. Н. Марьин, С. Б. Марьин, В. И. Шпорт, К. А. Макаров, Ю. С. Андреевская. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – 210 с.
2. Интенсификация технологии сортовой прокатки / С. А. Хохлов, Т. В. Новикова, В. В. Лиманкин, Б. Н. Марьин, В. А. Ким, С. Б. Марьин // Проблемы и перспективы обработки материалов и заготовительных производств: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010.