

По результатам контрольного численного эксперимента можно сделать следующие выводы:

- калибры в клетях № 18 и 20 заполнены полностью без недокатов и перекатов;
- расчетная скорость прокатки близка по значениям к экспериментальной. Подкат поступает в клетку № 18 со скоростью 9,7 м/с, прокатывается в ней со скоростью 9,33 м/с и выходит со скоростью 11,3 м/с. Далее раскат поступает в клетку № 20 со скоростью 11,28 м/с и выходит из нее со скоростью 14,06 м/с. Также наблюдается согласование скоростей выходящего из клетки раската и поступающего в следующую клетку (9,07 м/с и 9,33 м/с, 11,3 м/с и 11,28 м/с);
- момент прокатки расчетный и экспериментальный для клетки № 18 сходен (3,98 кН·м и 3,7 кН·м соответственно), а для клетки № 20 есть расхождение (4,37 кН·м и 6,8 кН·м соответственно);
- усилие прокатки расчет/эксперимент для клетки № 18: 276,92 кН/210 кН соответственно; для клетки № 20: 316,36 кН/286 кН;
- на экспериментальных графиках видно отсутствие резких перепадов значений.

Таким образом, рассчитанные по оптимизированным аналитическим методикам калибровка, деформационно-кинематические и энергосиловые параметры процесса имеют практически полное соответствие параметрам численного моделирования по МКЭ. Это подтверждает правильность и эффективность выбранных расчетных методик и возможность реализации принятых решений при освоении производства угловых профилей в условиях прокатного стана 320 ОАО «БМЗ – УКХ «БМК».

Литература

1. Смолякова, В. В. Численное математическое моделирование точности геометрических характеристик сортовых профилей при горячей прокатке в чистовых рабочих клетях / В. В. Смолякова // Науч. вестн. Донбас. гос. машиностр. акад. – 2011. – № 1. – С. 20–26.
2. Сатонин, А. В. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла при горячей сортовой прокатке угловых профилей // Изв. высш. учеб. заведений. Черная металлургия / А. В. Сатонин, В. В. Смолякова, П. М. Стежкин. – 2010. – № 11. – С. 16–21.
3. Штернов, М. М. Калибровка угловой стали / М. М. Штернов. – М. : Металлургиздат, 1961. – 57 с.
4. Чекмарев, А. П. Калибровка прокатных валков / А. П. Чекмарев, М. С. Мутьев, Р. А. Машковцев. – М. : Металлургия, 1971. – 509 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВОЛОКИ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПРИ ВОЛОЧЕНИИ СТАЛИ

В. А. Петрусевиц

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Астапенко

Цель работы – провести энергосиловой анализ процесса волочения в условиях волочильного стана UDZSA 2500/6 ОАО «Речицкий метизный завод» для определения и оптимизации силовой нагрузки на инструмент путем применения вращающихся волок.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- 1) определение характерных особенностей пластического течения металла в действующем калибре стана UDZSA 2500 методом конечных элементов;
- 2) определение энергосиловых параметров волочения в первом проходе при помощи аналитического расчета и численного моделирования;

3) моделирование процесса волочения в первом проходе стана UDZSA 2500/6 для определения влияния скоростного режима вращения волоки на энергосиловые параметры волочения его оптимизация.

На ОАО «РМЗ» для получения волок используются твердосплавные заготовки производства Кировоградского завода твердых сплавов, которые затем обрабатываются в заводской мастерской в соответствии с действующей технологической инструкцией. На заводе принята практика использования волок с одной геометрией основных зон рабочего канала для всего маршрута волочения проволоки. Требуемые углы рабочих зон волок обеспечиваются шлифованием отверстий специальными иглами с абразивным порошком.

Анализ работы волочильного инструмента показал, что основными причинами такого большого разброса стойкости инструмента являются [1], [2]:

1) недостаточное качество шлифовки рабочих поверхностей новых волок, в результате чего качество поверхности отработавшей волоки оказывается выше, чем у новой. Это приводит к повышению трения в очаге деформации, усилия волочения, увеличению температуры проволоки и твердосплавной волоки и соответственно к повышенному расходу инструмента и снижению качества проволоки;

2) недостаточное охлаждение волок, что приводит к эксплуатации твердосплавного инструмента на повышенных температурах и соответственно к повышенному износу рабочих поверхностей;

3) качество и точность геометрии (наплывы, заусеницы, овальность и т. п.) исходной катанки, что приводит к увеличению усилия волочения, повышению неравномерности износа инструмента и овальности готовой проволоки;

4) зависание смазки в мыльнице, что приводит к неравномерности смазки и соответственно повышению трения в очаге деформации и повышенному износу твердосплавного инструмента.

Применение в конструкции стана UDZSA 2500/6 устройства вращающейся волоки предположительно даст возможность снизить ресурс- и энергопотребление проволочного стана. Анализ причин многократного увеличения стойкости твердосплавного инструмента и снижения энергопотребления двигателя тянущего барабана позволяет сделать следующие выводы относительно причин, их вызвавших:

– применение активного охлаждения рабочей волоки позволило интенсифицировать теплообмен в узле деформации, что привело к снижению рабочей температуры волоки и соответственно многократному увеличению ее стойкости;

– применение вращения рабочей волоки позволило полностью ликвидировать такой дефект готовой проволоки, как овальность;

– применение активного перемешивания смазки в мыльнице волоки позволило улучшить смазку проволоки, что, в свою очередь, совместно с применением вращения деформирующего инструмента позволило снизить трение в узле деформации и соответственно уменьшить усилие волочения. Это привело к снижению энергопотребления двигателем тянущего барабана и увеличению стойкости волоки.

Исследование влияния вращения волоки на очаг деформации будет состоять из следующих этапов:

1. Разработка базовой численной модели процесса волочения исходной заготовки на первом проходе без вращения волоки.

2. Проведение численных экспериментов процесса волочения с разной частотой вращения волоки в первом проходе.

3. Анализ полученных результатов моделирования, сопоставление данных с реальным процессом и предложения по усовершенствованию процесса.

На первом этапе была построена базовая численная модель в соответствии с действующим технологическим процессом без вращения по исходным данным параметров действующего технологического процесса, представленным в табл. 1. Геометрия волокни первого перехода представлена на рис. 1.

Таблица 1

**Исходные данные численного эксперимента процесса волочения
на первом проходе стана UDZSA 2500/6**

Номер	Частота вращения n , об/мин	Параметр							
		$d_{\text{нач}}$, мм	$d_{\text{кон}}$, мм	$N_{\text{ЭД}}$, кВт	$D_{\text{бара}}$, мм	V , м/м	μ_1	ЧО, %	Марка стали
1	Базовый (без вращения)	6,5	5,7	55	550	3,5	1,3	23,1	Ст 1 сп
2	20, 100, 500								

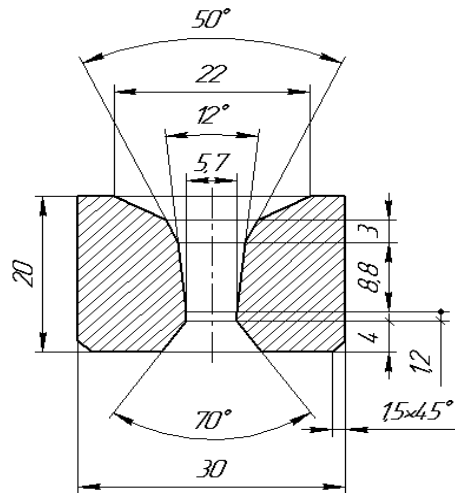


Рис. 1. Геометрия волокни ГОСТ 9453–75,
форма 12, калибр 1980-0155

Шестикратный волочильный стан блочного типа модели UDZSA 2500/6 с максимальным усилием волочения на первом черновом блоке, равным 25 кН (2500 кг), предназначен для волочения стальной углеродистой проволоки при диаметре заготовки до 12 мм.

Моделирование проводилось для первого прохода в программном пакете SimufactForming 15 с наложением на заготовку сетки конечных элементов с размером ячейки 2 мм.

После построения и выполнения расчетов численной модели волочения получены результаты, представленные на рис. 2, 3 и в табл. 2.

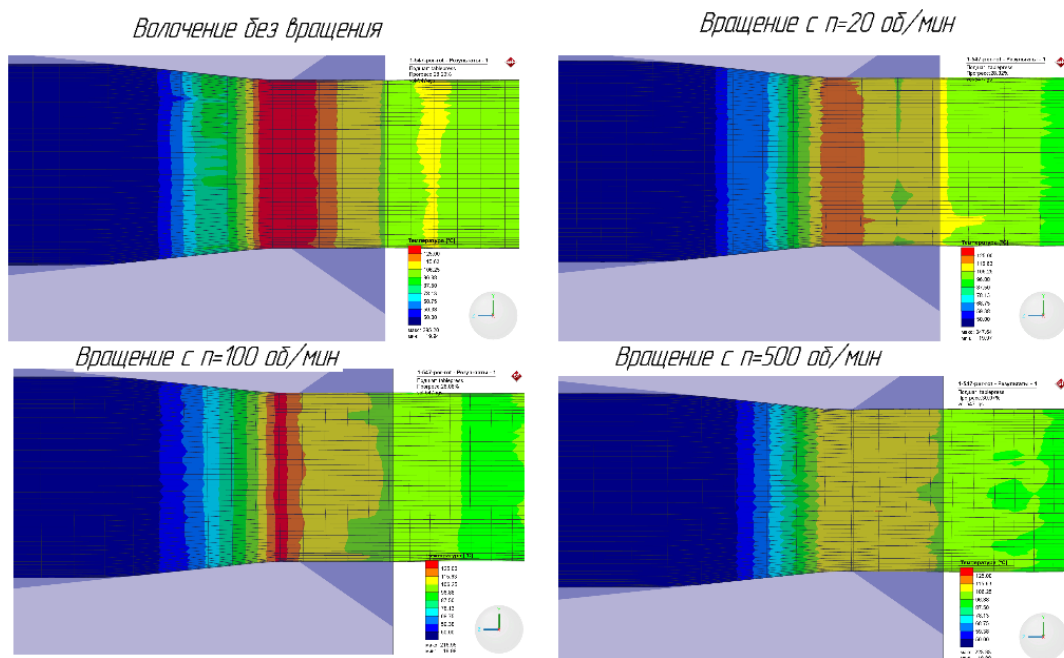


Рис. 2. Результаты влияния частоты вращения волокна на температуру контактной поверхности в первом проходе стана UDZSA 2500/6

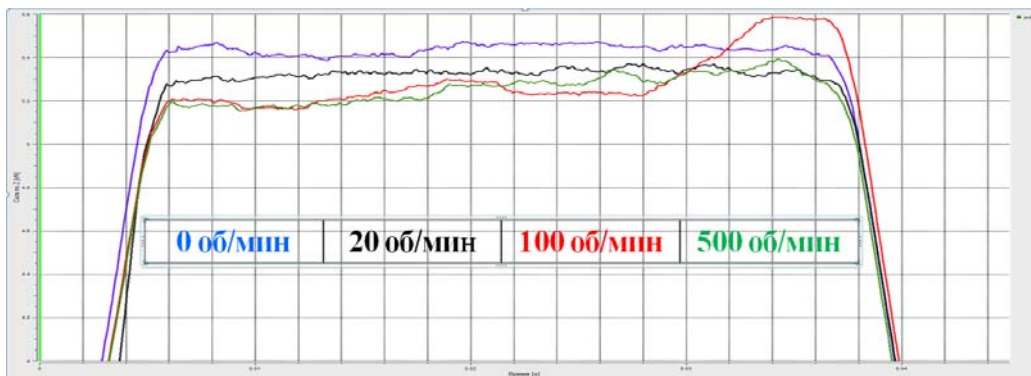


Рис. 3. Результаты влияния частоты вращения волокна на усилие в первом проходе стана UDZSA 2500/6

Таблица 2

Результаты численного эксперимента процесса волочения на первом проходе стана UDZSA 2500/6

Эксперимент, об/мин	0	20	100	500
Усилие волочения P, кН	5,47	5,33	5,23	5,17
Температура на контактной поверхности, °С	295,20	347,64	216,95	223,33

Проведенный выше анализ позволяет констатировать:

1. Применение вращения волокна позволяет обеспечить равномерный износ рабочей поверхности инструмента и увеличить ресурс эксплуатации.

2. Для больших диаметров волочения вращение волок позволяет существенно снизить температуру контактной поверхности, при этом снижение усилия волочения незначительно.

3. Наибольший интерес применение вращения волок с частотами 100–500 об/мин может представлять для снижения температуры поверхности проволоки при волочении из высокоуглеродистых кордовых сталей для предотвращения самоотпуска.

4. Наибольший интерес применение вращения волок с частотами 100–500 об/мин может представлять для снижения температуры поверхности проволоки при волочении из высокоуглеродистых кордовых сталей для предотвращения самоотпуска.

5. Применение вращающихся волок для снижения усилия волочения малоперспективно из-за необходимости вращаться на высоких (более 3000 об/мин) оборотах.

Литература

1. Астапенко, И. В. Оборудование волочильных и канатных цехов : пособие по курсу «Оборудование метизных цехов» для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направления специальности 1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)» специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка материалов давлением» днев. и заоч. форм обучения / И. В. Астапенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 55 с.
2. Применение вращающейся волоки в метизном производстве РУП «Речицкий метизный завод» / В. И. Тимошпольский [и др.] // Литье и металлургия. – 2006. – № 2-2 (38).

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ГОМОГЕНИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ПОДШИПНИКОВЫХ МАРОК СТАЛЕЙ НА УРОВЕНЬ КАРБИДНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПРИ ГОРЯЧЕЙ СОРТОВОЙ ПРОКАТКЕ

С. А. Савченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Астапенко

Цель работы – определить оптимальные технологические режимы гомогенизирующего отжига непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) на качество структуры готового проката из ШХ-сталей.

Предметом исследования в работе является технологический процесс высокотемпературного отжига с последующим прокатом подшипниковых сталей в условиях стана 370/150 СПЦ-2 ОАО «БМЗ» для устранения карбидной ликвации.

Как известно, методы устранения карбидной ликвации лежат в основе технологии выплавки и разливки, в прокатном же производстве и при термообработке возможна лишь минимизация негативных факторов, влияющих на потребительские свойства подшипников. Основным мероприятием в прокатном производстве, направленным на уменьшение карбидной ликвации, является создание условий для диффузии – равномерное распределение атомов карбида железа по всему объему заготовки [1]–[4]. Равномерное распределение атомов карбида железа достигается при гомогенизирующем (диффузионном) отжиге. Гомогенизирующий отжиг проводят на слитках и непрерывнолитых заготовках при высоких температурах (около 1100–1200 °С), так как в этом случае более полно протекают диффузионные процессы, обеспечивающие выравнивание химического состава по всему объему металла [5]–[8].