DOI: 10.24892/RIJIE/20250310

Сравнительная оценка сдвиговых деформаций в процессах двух- и трёхвалковой винтовой прокатки на основе компьютерного моделирования*

Панасюк В.В., Рогачев С.О.
НИТУ МИСИС,
г. Москва, Российская Федерация
mms@misis.ru

Рогачев С.О., Юсупов В.С., Андреев В.А., Корзун М.К.
ИМЕТ РАН,
г. Москва, г. Москва, Российская Федерация
andreev.imet.dis@mail.ru

Аннотация. **В вычислительной среде конечно-элементного анализа QForm провели компьютерное моделирование процессов двух- и трёхвалковой винтовой прокатки заготовок из стали 12Х18Н10Т при температуре 1200°С и углах подачи валков от 6 до 24 градуса. Рассчитали изменение накопленной деформации как критерия оценки сдвиговых деформаций. По результатам проведенных исследований установили, что достижение наибольших сдвиговых деформаций обеспечивается снижением угла подачи валков и использованием двухвалковой схемы прокатки. Наибольшая равномерность сдвиговых деформаций по объёму заготовки достигается повышением угла подачи валков и использованием трёхвалковой схемы прокатки. При трёхвалковой прокатке в рассматриваемых условиях положительная асимметрия распределения сдвиговых деформаций достигается при всех выбранных углах подачи валков, а с ростом угла подачи асимметрия уменьшается. При двухвалковой прокатке возможна как положительная, так и отрицательная асимметрия, а в интервале значений угла подачи валков от 12 до 18 градусов возможно получение симметричного распределения сдвиговых деформаций.**

Ключевые слова: **винтовая прокатка, двухвалковая, трёхвалковая, накопленная деформация, компьютерное моделирование, сдвиговые деформации, угол подачи валков.**

Введение

В станах винтовой прокатки получают сплошные и полые заготовки, бесшовные трубы, специальные изделия (шары, кольца, втулки и др.), прутки [1-3]. Принято считать, что впервые процесс винтовой прокатки реализовали братья Рейнхард и Макс Маннесманны в 1886 году. При этом прокатка и прошивка осуществлялись с помощью двух косо расположенных валков. Спустя почти 140 лет с момента реализации первой винтовой прокатки её осуществляют различными способами и на различном оборудовании. Со времени разработки способа винтовой прокатки в 1886 г. процесс винтовой прокатки, согласно [3], прошел три основных этапа развития. Первый этап характеризовался ведением процесса прошивки при больших суммарных обжатиях заготовки (до 25%) и малых значениях угла подачи (3-5 градусов) с образованием зоны центрального разрушения металла. Советские ученые И.А. Фомичев, А.Ф. Лисочкин, В.В. Швейкин, В.С. Смирнов, П.Т. Емельяненко и др. предложили осуществлять деформацию в стане винтовой прокатки без образования осевой полости в заготовке, в том числе за счёт уменьшения суммарного обжатия. Третий этап развития связан с разработкой режимов винтовой прокатки при повышенных углах подачи валков (18-20 градусов). Указанное направление получило дальнейшее развитие на основе комплексных исследований процесса винтовой прокатки, выполненных в Московском институте стали и сплавов под руководством И.Н. Потапова и П.И. Полухина [4,5]. В настоящее время наиболее широкое распространение получили двух- и трёхвалковые станы винтовой прокатки [3].

Двухвалковые станы винтовой прокатки преимущественно используются для получения полых заготовок. Для прошивки сплошных заготовок в гильзы на станах винтовой прокатки используют рабочие валки различной формы: бочковидные, грибовидные, чашевидные и дисковые [3]. Наиболее распространены валковые станы, которые характеризуются наличием угла подачи валков β и угла раскатки δ. В станах с бочковидными валками δ=0, с грибовидными валками δ>0, с чашевидными валками δ<0. От угла подачи зависит поступательное или осевое движение обрабатываемой заготовки, от угла раскатки зависят радиус и окружная скорость валка по длине очага деформации. Авторы [3] отмечают, что основным технологическим углом является угол подачи. Он образуется при повороте оси валка вокруг оси, перпендикулярной оси симметрии стана. Двухвалковым станам винтовой прокатки для удержания заготовки в очаге деформации требуется направляющий инструмент. Это могут быть линейки, ролики или диски [3]. При использовании бочковидных валков могут быть применены ролики, неподвижные линейки и приводные диски. Неподвижные линейки служат направляющим инструментом в двухвалковых прошивных станах с грибовидными и дисковидными валками [3]. Все используемые в традиционных схемах двухвалковой винтовой прошивки направляющие инструменты, в отличие от рабочих валков, не сообщают металлу геликоидального истечения.

Развитием процессов винтовой прокатки стало появление в конце 60-х – начале 70-х годов 20 века трёхвалковых станов винтовой прокатки. Существенным преимуществом

* Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-19-00775, https://rscf.ru/project/23-19-00775/. Статья публикуется по рекомендации программного комитета Всероссийской научно-технической конференции "Пром-Инжиниринг", https://icie-rus.org

трёхвалковой схемы, по сравнению с двухвалковой, является отсутствие направляющего инструмента и образование замкнутого калибра. В силу особенностей напряжённо-деформированного состояния наибольшее распространение трёхвалковые станы получили при производстве сплошных заготовок. Особенностью формоизменения при трёхвалковой винтовой прокатке ограничивается её применение. Отмечают, что при прошивке заготовок в трёхвалковом стане образуется кольцевая область растягивающих напряжений [3], и в эту ослабленную, в плане сопротивления деформации, область смещается оправка, что способствует появлению разностенности получаемых гильз. Также отмечают более высокую, по сравнению с двухвалковой прокаткой, вероятность разрушения металла в близких к поверхности заготовки слоях и появления наружных плён. В отличие от двухвалквой прокатки, при которой, как принято считать, в осевой зоне заготовки действуют поперечные растягивающие напряжения, при трёхвалковой прокатке предполагается наличие поперечных сжимающих напряжений.

В рамках исследований [4, 5] отмечается, что одним из ключевых параметров в процессах винтовой прокатки является угол подачи валков в том плане, что его величина во многом определяет формируемое напряжённо-деформированное состояние, микроструктуру и свойства получаемых заготовок как при двух- [6,7], так и при трёхвалковой винтовой прокатке [8,9]. Авторы [4] особое внимание уделяют опыту работы на станах винтовой прокатки с повышенными углами подачи валков – радиально-сдвиговой прокатки (РСП). Отмечается, что в отличие от традиционных трубных станов винтовой прокатки в станах РСП создаются условия не для разрыхления центральной зоны, а наоборот, для уплотнения и интенсивной деформационной проработки металла во всём объеме проката. Здесь используется возможность широкого регулирования напряженно-деформированного состояния металла на принципах винтовой прокатки. Для детального анализа влияния углов подачи на условия деформации осевой зоны, оценки перспектив ее уплотнения и разработки технологии прокатки проводили ряд экспериментов по прокатке заготовок с просверленными осевыми отверстиями, моделирующими естественные дефекты центральной зоны. Установлено, что в области малых углов подачи валков (от 6 до 10 градусов) происходит некоторое уменьшение площади поперечного сечения осевого отверстия, однако меньшее, чем редуцирование площади сечения раската. С увеличением угла подачи характер деформированного состояния качественно изменяется и интенсивность залечивания дефектов резко возрастает. Авторами [4] также отмечается наличие весьма значительных сдвиговых перемещений металла, которые доводят значения накопленной деформации до уровня в 8-10 раз больше значений, определённых габаритами размеров заготовок. Практически это означает, что при прокатке прутка диаметром 50 мм из заготовки диаметром 100 мм металл фактически испытывает пластическую деформацию, соответствующую прокатке прутка диаметром 20-30 мм из той же заготовки. Деформация преимущественно за счёт сдвиговых перемещений сопровождается минимальным развитием растягивающих напряжений, и, следовательно, способствует улучшению деформируемости заготовок. Это делает возможным прокатку заготовок из металлов практически недеформируемых другими способами. Геликоидальное истечение металла, циклический характер нарастания обжатия формируют очаг деформации с локальным приложением внешней нагрузки на сравнительно небольшой контактной поверхности. В результате потребные для формоизменения усилия и момент прокатки уменьшаются в 10-20 раз по сравнению с процессами продольной прокатки, прессования и т.д. Особую положительную роль сдвиговых перемещений и деформаций металла, которые развиваются на фоне весьма значительных радиальных обжатий, было сочтено целесообразным отразить непосредственно в названии процесса РСП.

Учитывая существенное влияние сдвиговых деформаций и величины угла подачи на формирование показателей качества получаемых винтовой прокаткой изделий [4-9], представляет интерес сравнение сдвиговых деформаций при различных углах подачи валков и при различных схемах винтовой прокатки.

Целью работы являлась сравнительная оценка сдвиговых деформаций при двух- и трёхвалковой винтовой прокатке заготовок из коррозионностойкой стали при различных углах подачи валков с помощью конечно-элементного компьютерного моделирования.

Методика компьютерного моделирования

Провели компьютерное моделирование процессов двух- и трёхвалковой винтовой прокатки в вычислительной среде конечно-элементного анализа QForm заготовок из стали 12Х18Н10Т при температуре 1200 °С и углах подачи валков 6, 12, 18, 24 градуса. Предварительно в SolidWorks создали эскизы валков и линеек, затем из них с помощью команд «вытянутая бобышка», «повернутая бобышка», «бобышка по сечениям», «вырез» и «повернутый вырез создавали трёхмерные модели в виде деталей. После создания детали позиционировали в соответствующие сборки. При позиционировании использовали сопряжения «совпадение», «расстояние», «параллельность» команду «зеркальное отображение компонентов». Полученные сборки сохраняли в формате .step и загружали в QForm. После загрузки в QForm преобразовывали каждый объект сборки, назначая его «заготовкой» или «инструментом». В параметрах заготовки задавали её материал и температуру. В параметрах инструмента задавалась скорость вращения валков, материал валков и их температуру. В очаге деформации для повышения точности моделирования использовали адаптацию конечно-элементной сетки заготовки и инструмента.

Диаметр заготовок перед прокаткой составлял 60 мм. При моделировании использовали граничные условия «толкатель» и «вращение». Двухвалковая прокатка (рис. 1) осуществлялась бочковидными валками, диаметр валков в пережиме составлял 420 мм, заходной и выходной конус имели длину 140 мм, угол конусности – 3 градуса. Расстояние между валками в пережиме составляло 50 мм, между направляющими линейками – 60 мм. Диаметр заготовки перед прокаткой составлял 60 мм, длина – 300 мм. Скорость вращения валков составляла 60 об/мин. При трёхвалковой прокатке (рис. 2) диаметр образуемого валками в пережиме калибра составлял 50 мм. Валки располагались по чашевидной схеме. Угол раскатки был постоянным и составлял 10 градусов. Диаметр валка в пережиме – 220 мм. Валки вращались со скоростью 90 об/мин.

Фактор трения для пар «валок-заготовка» задавали равным 3, а для пар «линейка – заготовка» равным 0,1; закон трения – «Леванов». Теплообмен между валками и заготовкой задавали как «Простой» из меню QForm [10]. По результатам моделирования для оценки сдвиговых деформаций использовали накопленную деформацию, согласно рекомендациям [11, 12].

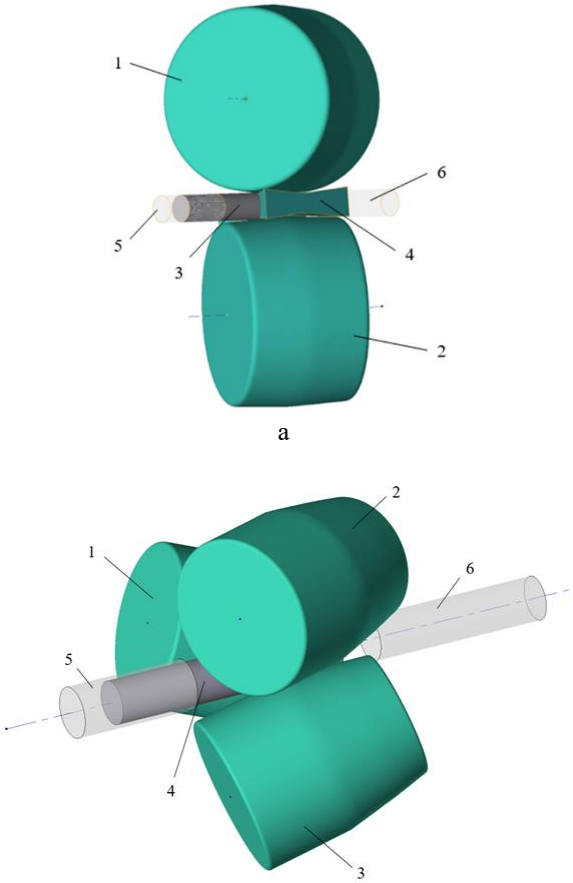


Рис. 1. Модель в QForm для расчёта формоизменения при двухвалковой (*а*) и трёхвалковой (*б*) винтовой прокатке:
1, 2 – валки, 3 – заготовка, 4 – направляющие линейки, 5 – область граничного условия «толкатель», 6 – область граничного условия «вращение»

Результаты и их обсуждение

По результатам моделирования с помощью инструментария вычислительной среды конечно-элементного анализа QForm оценили изменение среднего значения накопленной деформации в прокатанных заготовках (рис. 3).

Для получения данных использовали команду «Статистика» инструментария QForm, предварительно отобразив поле распределения накопленной деформации в заготовке.

Согласно рис. 3, с ростом угла подачи в обеих схемах прокатки снижается среднее значение накопленной деформации в заготовке. При этом при двухвалковой прокатке снижение существеннее – в 3,4 раза, в то время как при трёхвалковой – в 1,9 раза. Стоит также отметить, что при двухвалковой прокатке при всех углах подачи валков накопленная деформация выше. С ростом угла подачи валков разница в значениях уменьшается с 2,8 до 1,6 раза. Результаты рис. 3 показывают, что с ростом угла подачи валков сдвиговые деформации уменьшаются; кроме этого, при двухвалковой прокатке, при условии одинаковых углов подачи, достигаются большие сдвиговые деформации в сравнении с трёхвалковой прокаткой. Это позволяет предположить, что в рассматриваемых условиях двухвалковая винтовая прокатка, по сравнению с трёхвалковой, позволит получить более мелкозернистое структурное состояние. Также из проанализированных тенденций можно выявить следующее: для получения мелкого зерна целесообразно уменьшать угол подачи, при этом предпочтительнее выбрать двухвалковую схему винтовой прокатки. Помимо средних значений накопленной деформации, используя команду «Статистика», провели оценку среднеквадратичного отклонения накопленной деформации в заготовках для каждой из схем прокатки при различных углах подачи валков (рис. 4).

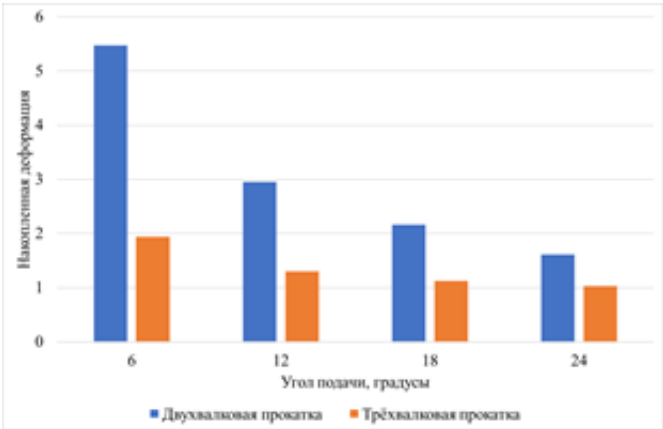


Рис. 3. Среднее значение накопленной деформации в прокатанных заготовках

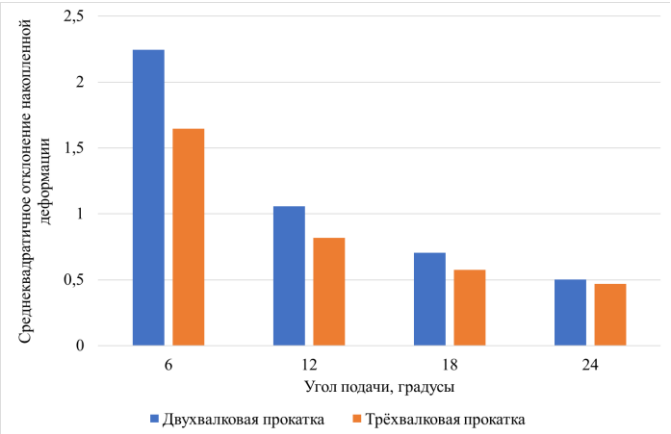


Рис. 4. Среднеквадратичное отклонение накопленной деформации в прокатанных заготовках

Согласно рис. 4, с ростом угла подачи валков среднеквадратичное отклонение накопленной деформации в заготовке снижается для обеих схем прокатки: в 4,5 раза при двухвалковой и в 3,5 раза при трёхвалковой. При этом разница между среднеквадратичными отклонениями при двух- и трёхвалковой прокатке снижается с ростом угла подачи: с 1,4 раза при угле подачи 6 градусов до 1,1 раза при угле подачи 24 градуса. Результаты рис. 4 показывают, что

при трёхвалковой прокатке сдвиговые деформации более равномерно распределены по объёму заготовки. Равномерность распределения сдвиговых деформаций растёт с ростом угла подачи для обеих схем прокатки. С учётом этого можно предположить, что более регулярная микроструктура достигается при трёхвалковой винтовой прокатке; кроме этого, повысить регулярность получаемой микроструктуры при двух- и трёхвалковой винтовой прокатке можно, повышая угол подачи.

Среди полученных результатов интерес представляют данные о значениях асимметрии [13] распределения значений накопленной деформации в заготовках (рис.5).

Согласно рис. 5 при трёхвалковой прокатке при всех углах подачи асимметрия больше нуля (левосторонняя), т.е. в распределении чаще встречаются значения меньше среднего. Учитывая выявленные сильные обратные корреляции между параметрами деформированного состояния и размером зерна [14], можно предположить, что для исследуемых режимов трёхвалковой прокатки в заготовке размер зерна будет иметь правостороннее распределение, т.е. в распределении будут встречаться размеры зерна больше среднего. С ростом угла подачи при трёхвалковой прокатке левосторонняя асимметрия в распределении накопленной деформации, а, следовательно, и сдвиговых деформаций, уменьшается, и распределение стремится к симметричному. При двухвалковой прокатке ситуация существенно отличается. Асимметрия со значения -0,27 растёт до 0,25 с ростом угла подачи с 6 до 24 градусов. То есть в исследуемом интервале углов подачи асимметрия меняет знак. Это происходит между 12 и 18 градусами. Иными словами, при двухвалковой винтовой прокатке в выбранном интервале углов подачи можно получить симметричное распределение значений сдвиговых деформаций, а, следовательно, и размера зерна.

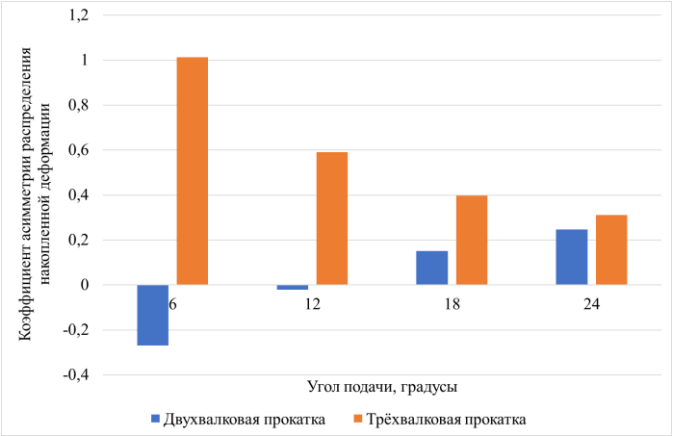
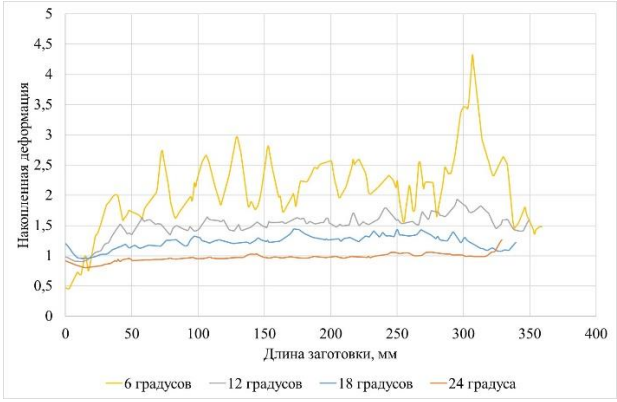
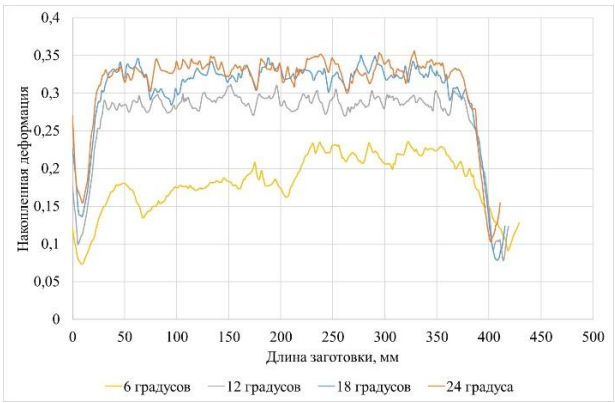


Рис. 5. Значения коэффициента асимметрии распределения

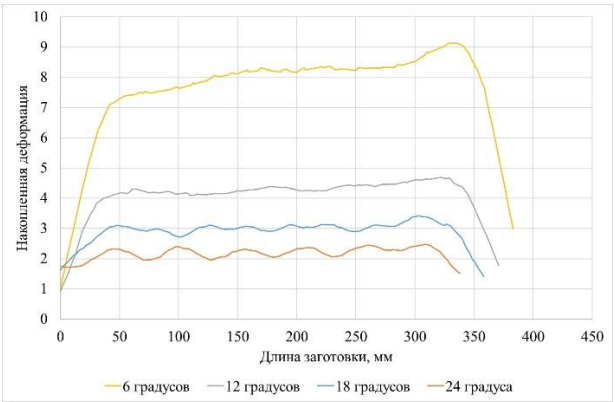
С целью дальнейшей оценки изменения накопленной деформации построили изменение накопленной деформации по длине заготовок в диаметральном продольном сечении в центре и у поверхности заготовок (рис. 6). Для этого использовали команду «Показать график функции вдоль линии», предварительно отобразив поле распределения значений накопленной деформации в заготовке. Полученные зависимости с помощью инструментария QForm экспортировали в Excel.



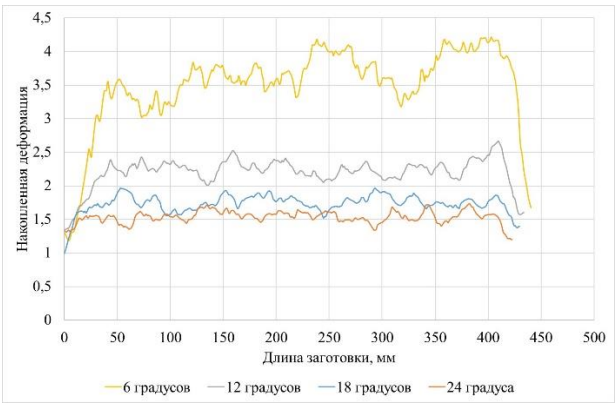
а



б



в



г

Рис. 6. Изменение накопленной деформации по длине заготовки в диаметральном продольном сечении при двух- (*а*, *в*) и трёхвалковой (*б*, *г*) прокатке в центре (*а*, *б*) и у поверхности заготовки (*в*, *г*)

Изменение накопленной деформации по длине заготовки в центральной области при двухвалковой прокатке демонстрирует следующую тенденцию: с ростом угла подачи валков значения уменьшаются до 4 раз, при этом размах значений снижается в 8,5 раз. При трёхвалковой прокатке тенденция противоположная: с ростом угла подачи накопленная деформация в центре увеличивается до 2 раз, при этом размах значений увеличивается в 1,5 раза. Если анализировать изменение накопленной деформации в центре заготовки при двухвалковой прокатке, с ростом угла подачи значения накопленной деформации снижаются до 4,5 раза, размах значений снижается в 8 раз. Для трёхвалковой прокатки изменение накопленной деформации у поверхности заготовок качественно схоже с аналогичным изменением при двухвалковой прокатке: с ростом угла подачи значения накопленной деформации снижаются (до 2,5 раза), также снижается и размах значений – в 5,5 раза. Следовательно, можно выявить ряд особенностей в распределении сдвиговых деформаций при каждой из схем и их потенциальном влиянии на формируемую микроструктуру. При обеих схемах сдвиговые деформации у поверхности заготовки будут выше, и при этом они тем выше, чем меньше угол подачи валков; наибольших значений они достигают при двухвалковой прокатке при угле подачи 6 градусов. Рост угла подачи при обеих схемах приводит к более равномерному распределению сдвиговых деформаций по длине заготовки, как у поверхности, так и в центре. Если у поверхности с изменением угла подачи валков для обеих схем одинаковая тенденция в изменении сдвиговых деформаций, то в центре тенденции полностью противоположные. Рост угла подачи валков снижает сдвиговые деформации в центре заготовки при двухвалковой схеме, а при трёхвалковой схеме понижает. Также можно уточнить указанные ранее особенности формирования микроструктуры. Наиболее мелкозернистая структура будет получаться у поверхности заготовки при двухвалковой винтовой прокатке. При этом наиболее крупное зерно, вероятнее всего, получится при трёхвалковой прокатке с углом подачи 6 градусов в центральных областях заготовки.

Результаты проведённого конечно-элементного компьютерного моделирования выявили следующие тенденции. Увеличение количества валков в схеме винтовой прокатки с 2-х до 3-х приводит к повышению однородности деформированного состояния, но снижает значения достигаемых сдвиговых деформаций. Рост угла подачи валков приводит к повышению однородности деформированного состояния и, в соответствии с данными [4], приводит к улучшению деформируемости заготовок и, следовательно, к расширению марочного сортамента получаемых прутков и заготовок.

Заключение (Выводы)

Провели компьютерное моделирование процессов двух- и трёхвалковой винтовой прокатки в вычислительной среде конечно-элементного анализа QForm заготовок из стали 12Х18Н10Т при углах подачи валков 6, 12, 18 и 24 градуса при температуре 1200 °С. Рассчитали изменение накопленной деформации как критерия оценки сдвиговых деформаций. По результатам исследований установили, что:

1. Сдвиговые деформации при двухвалковой схеме прокатки выше в 2,8 раза, чем при трёхвалковой, а с ростом угла подачи валков разница в значениях уменьшается до 1,6 раза. С ростом угла подачи валков в обеих схемах прокатки сдвиговые деформации уменьшаются.

2. Среднеквадратичное отклонение значений сдвиговых деформаций ниже при трёхвалковой схеме прокатки. С ростом угла подачи валков разница между среднеквадратичными отклонениями при двух- и трёхвалковой прокатке снижается с 1,4 до 1,1 раза. Для обеих схем прокатки повышение угла подачи валков приводит к повышению равномерности сдвиговых деформаций в объёме заготовок.

3. При трёхвалковой винтовой прокатке распределение сдвиговых деформаций имеет положительную асимметрию, с ростом угла подачи до 24 градусов она уменьшается, но симметричное распределение не достигается. При двухвалковой прокатке возможно достижение симметричного распределения сдвиговых деформаций в интервале значений угла подачи больше 12, но меньше 18 градусов. При этом при 12 градусах и менее асимметрия отрицательная, при 18 градусах и более – положительная.

4. При обеих схемах прокатки сдвиговые деформации у поверхности заготовки выше, чем в центре. Снижение угла подачи приводит к росту сдвиговых деформаций у поверхности заготовки по обеим схемам. В центральных слоях заготовки при двухвалковой схеме с ростом угла подачи сдвиговые деформации уменьшаются, при трёхвалковой схеме – увеличиваются.

5. С точки зрения формируемой микроструктуры можно сделать следующие предположения. Для получения наименьшего размера зерна следует снижать угол подачи валков и использовать двухвалковую схему винтовой прокатки. Для получения более регулярной по объёму заготовки микроструктуры целесообразно повышать угол подачи валков и осуществлять деформацию по трёхвалковой схеме.

Литература

1. Никулин А.Н. Винтовая прокатка. Напряжения и деформации. – М.: Металлургиздат, 2015. – 380 с.

2. Тетерин П.К. Теория поперечной и винтовой прокатки. – М.: Металлургия, 1983. – 270 с.

3. Романцев Б.А. Трубное производство – 2-е изд., испр. и доп. / Б.А. Романцев, А.В. Гончарук, Н.М. Вавилкин, С.В. Самусев. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. – 970 с.

4. Потапов И.Н. Технология винтовой прокатки / И.Н. Потапов, П.И. Полухин. – М.: Металлургия, 1990. – 344 с.

5. Потапов И.Н. Новая технология винтовой прокатки / И.Н. Потапов, П.И. Полухин. – М.: Металлургия, 1975. – 344 с.

6. Романцев Б.А. Оценка влияния параметров деформированного состояния и температуры на микроструктуру заготовок из коррозионностойкой стали при двухвалковой винтовой прокатке / Б.А. Романцев, М.М. Скрипаленко, М.Н. Скрипаленко, В.А. Воротников // Черные металлы. – 2024. – №5. – С. 81-86.

7. Романцев Б.А. Оценка сдвиговых деформаций, кинематического состояния и параметров очага деформации в процессах двухвалковой винтовой прокатки / Б.А. Романцев, М.М. Скрипаленко, М.Н. Скрипаленко, В.С. Юсупов, В.А. Воротников, А.А. Сидоров // Металлург. – 2024. – №7. – С. 94-97.

8. Галкин С.П. Теория и технология стационарной винтовой прокатки заготовок и прутков малопластичных сталей и сплавов: дис. … доктора техн. наук. – М., 1998. – 401 с.

9. Скрипаленко М.М. Оценка деформированного, кинематического и теплового состояний стальных заготовок при трёхвалковой винтовой прокатке / М.М. Скрипаленко, Б.А. Романцев, В.А. Воротников, М.Н. Скрипаленко, В.С. Юсупов, В.А. Андреев, С.О. Рогачев, М.П. Куприков, А.А. Гартвиг, Ю.А. Гладков // Сталь. – 2024. – №6. – С. 11-15.

10. Власов А.В. Конечно-элементное моделирование технологических процессов ковки и объёмной штамповки / А.В. Власов, С.А. Стебунов, С.А. Евсюков, Н.В. Биба, А.А. Шитиков. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 383 с.

11. Алюшин Ю.А. Энергетическая модель обратимых и необратимых деформаций: Учеб. пособие / Ю.А. Алюшин, С.А. Еленев, С.А. Кузнецов, Н.Ю. Кулик – М.: Машиностроение, 1995. – 128 с.

12. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1986. – 688 с.

13. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984.

14. Скрипаленко М.М. Исследование особенностей напряжённо-деформированного состояния заготовок при разных схемах винтовой прокатки с помощью компьютерного моделирования / М.М. Скрипаленко, Чан Ба Хюи, Б.А. Романцев, С.П. Галкин, С.В. Самусев // Сталь. – 2019. – №2. – С. 35-39.

DOI: 10.24892/RIJIE/20250310

Comparative Evaluation of Shear Strains While Two- and Three-High Screw Rolling Using Computer Simulation

Panasyuk V.V., Rogachev S.O.
NUST MISIS,
Moscow, Russian Federation
mms@misis.ru

Rogachev S.O., Yusupov V.S.,
Andreev V.A., Korzun M.K.
Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science,
Moscow, Russian Federation
andreev.imet.dis@mail.ru

Abstract. **Finite Element Method (FEM) computer simulation of two- and three-high screw rolling of austenitic stainless steel was carried out at 1200°C temperature and 6, 12, 18 and 24 degrees feed angles of rolls. QForm software was used for computer simulation. Accumulated strain values were calculated as measure for shear strain estimation. Investigation results allowed establishing the fact that to achieve higher shear strain rolls feed angle should be decreased. From the points of the rolling scheme, two-high screw rolling provides higher shear strains compared to three-high one. Higher shear strain uniformity is obtained with rolls feed angle increasing and three-high screw rolling is more preferable for this uniformity increasing. Shear strain distribution has positive asymmetry at all rolls feed angle values chosen for simulation while three-high screw rolling. At that, asymmetry decreases as rolls feed angle increases. Shear strain distribution at two high screw rolling has both positive and negative asymmetry. Moreover, it is possible to get symmetrical shear strain distribution at two-high screw rolling if rolls feed angle is within the 12-18 degrees interval.**

Keywords: **Screw rolling, two-high, three-high, accumulated strain, computer simulation, shear strain, rolls feed angle.**

Библиографическое описание статьи

Панасюк В.В. Сравнительная оценка сдвиговых деформаций в процессах двух- и трёхвалковой винтовой прокатки на основе компьютерного моделирования / В.В. Панасюк, С.О. Рогачев, С.О. Рогачев, В.С. Юсупов, В.А. Андреев, М.К. Корзун // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2025. – Т.12, №3. – С. 62-67. DOI: 10.24892/RIJIE/20250310

Reference to article

Panasyuk V.V., Rogachev S.O., Rogachev S.O., Yusupov V.S., Andreev V.A., Korzun M.K. Comparative evaluation of shear strains while two- and three-high screw rolling using computer simulation, *Russian Internet Journal of Industrial Engineering*, 2025, vol.12, no.3, pp. 62-67. DOI: 10.24892/RIJIE/20250310