

УДК 621.771

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАГОТОВОК ПРИ АККУМУЛИРУЕМОЙ ПРОКАТКЕ С СОЕДИНЕНИЕМ

Андреященко В.А.*Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: Vi-ta.z@mail.ru*

В данной работе изучено влияние температуры деформирования при аккумуляруемой прокатке с соединением на напряженно-деформированное состояние обрабатываемой заготовки. Исследование проведено при помощи современного программного комплекса DEFORM-3D. Была изучена аккумуляруемая прокатка с соединением пакета, состоящего из 2 алюминиевых листов при обжатии 50%. Проведено моделирование при двух значениях температуры заготовки: 20 °С и 250 °С. Результаты исследования показали, что при температуре деформирования 250 °С обеспечивается более равномерное напряженно-деформированное состояние, прогнозирующее получение равнопрочного соединения листов и получение высококачественного проката.

Ключевые слова: температуры деформирования, аккумуляруемая прокатка, высококачественный прокат

INFLUENCE OF TEMPERATURE OF SAMPLE DURING ACCUMULATED ROLLING WITH CONNECTION

Andrejashhenko V.A.*Karaganda state technical university, Karaganda, e-mail: Vi-ta.z@mail.ru*

The influence of temperature to strain-stress state of sample during accumulated rolling with connection to studied in the work. Research has been developed using DEFORM-3D software. Accumulated rolling with connection of packet consist of two aluminum sheet by 50% compression was study. The simulation was performed at the temperature of 20 °C and 250 °C. Numerical results showed that temperature of process at 250 °C provide more homogenous the strain-stress state that prognoses produce equal harden connection of sheet and high quality a rolled products.

Keywords: temperature deformation, accumulated rolling, high quality car

На современном этапе развития науки и техники актуальным является создание высококачественной продукции без существенного увеличения ее себестоимости. Наибольшее распространение получили процессы, реализующие интенсивную пластическую деформацию [1–5], такие как равноканальное угловое прессование, кручение под высоким давлением, совмещенные процессы обработки металлов давлением, и др.; несмотря на перспективы использования вышеперечисленных методов, они ведут к увеличению затрат на обработку и производство продукции. Помимо перечисленных методов реализации интенсивной пластической деформации, перспективным является аккумуляруемая прокатка с соединением. Основным преимуществом ее является практически полное отсутствие удорожания процесса. Это преимущество достигается возможностью проведения процесса на существующем оборудовании, без приобретения дорогостоящей оснастки. Суть аккумуляруемой прокатки с соединением заключается в прокатывании в качестве заготовки пакета листов. Пакет может содержать от двух листов, как без обработки, так и уже после соединения прокаткой. При этом происходит соединение листов, входящих в пакет с достижением больших деформаций, которых невозможно добиться обычной прокаткой.

Целью настоящего исследования является оценка влияния температуры на

напряженно-деформированное состояние заготовок, получаемых аккумуляруемой прокаткой с соединением.

Учитывая перспективность современных методов исследования, оценка влияния температуры на напряженно-деформированное состояние заготовок, получаемых аккумуляруемой прокаткой с соединением, осуществлялась при помощи программного комплекса DEFORM 3D. Исследовалось деформирование двухслойного пакета.

Геометрия заготовки и инструмента была создана при помощи системы автоматизированного проектирования КОМПАС, после чего модели были импортированы в DEFORM 3D и заданы граничные условия. В качестве граничных условий при моделировании были использованы: коэффициент трения, определяющий условия взаимодействия деформируемого пакета и рабочих валков, температура заготовки. При исследовании принято, что процесс будет неизотермическим. Изотермичность процесса позволяет оценивать теплоперенос от заготовки к валкам, а также тепловыделение в окружающую среду. Была задана скорость вращения валков, в процессе прокатки скорость вращения валков не изменялась. Для расчета выбран пластичный тип заготовки. Для реализации метода конечных элементов заготовка была разбита на октаэдры равного объема с количеством конечных элементов равным 145000.

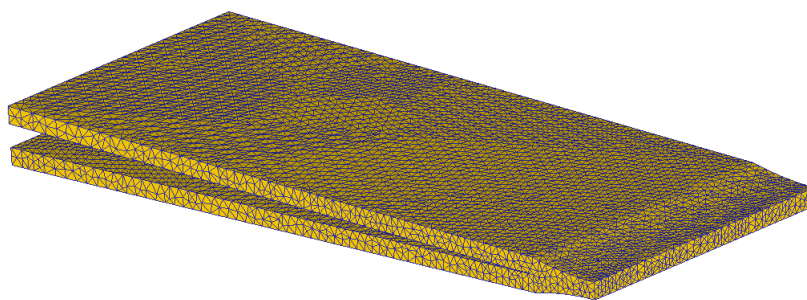


Рис. 1. Заготовка, разбитая на конечные элементы

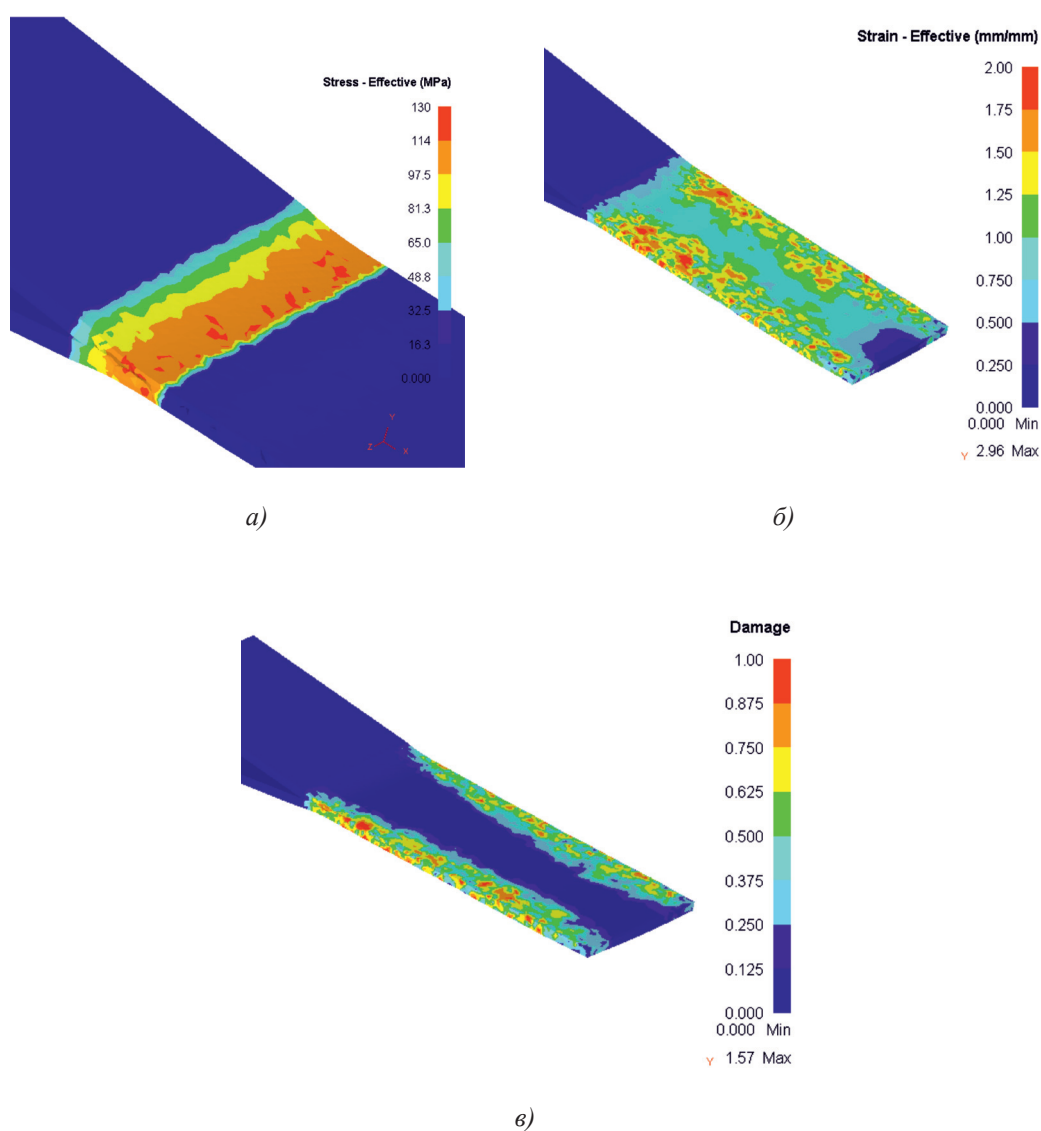


Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние, формирующееся в заготовке с 50%-м обжатием при холодной аккумуляруемой прокатке с соединением: а) распределение интенсивности напряжений по сечению заготовки; б) распределение интенсивности деформаций по сечению заготовки; в) склонность к разрушению заготовки в процессе аккумуляруемой прокатки

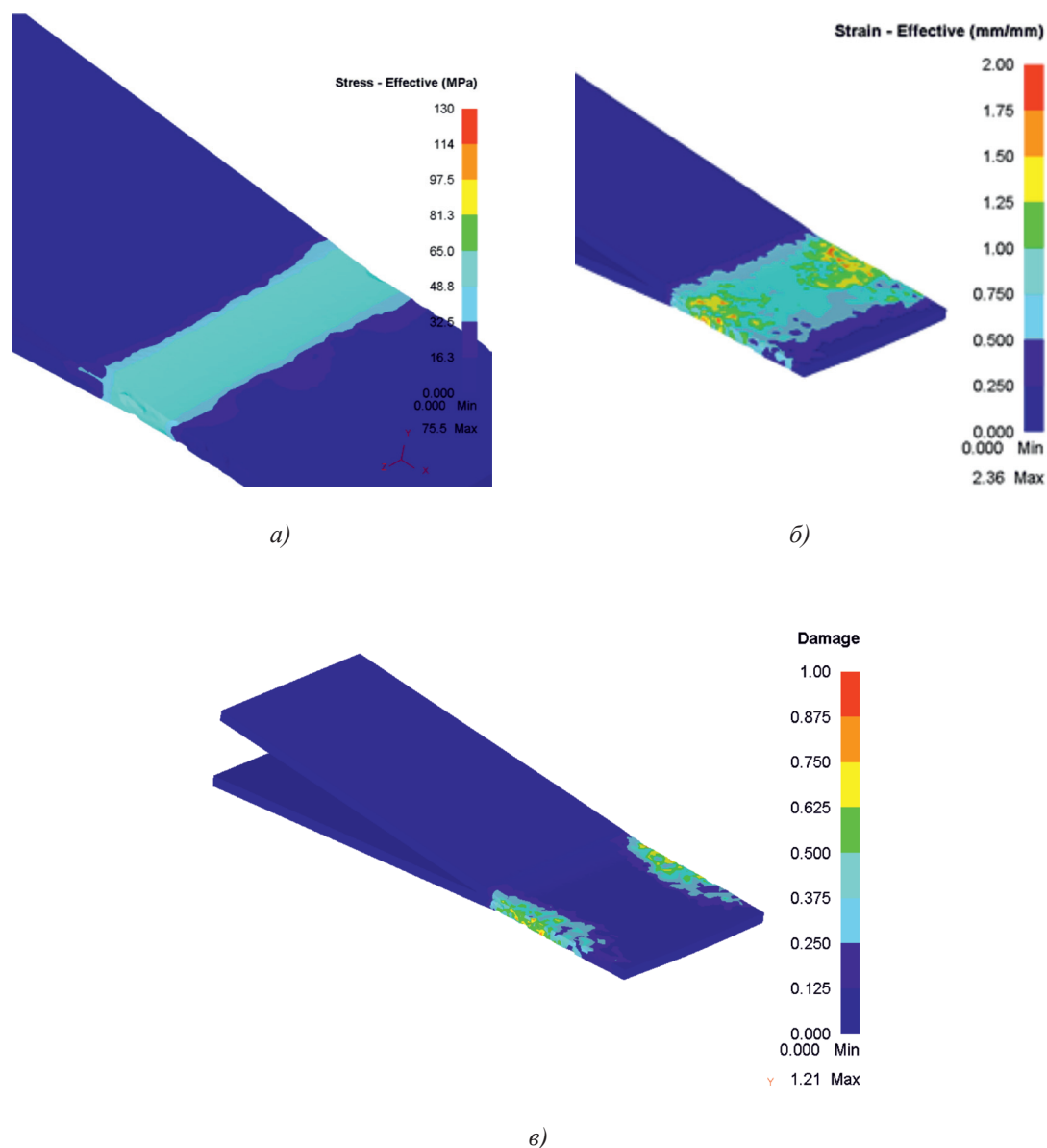


Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние, формирующееся в заготовке с 50%-м обжатием при горячей аккумуляруемой прокатке с соединением: а) распределение интенсивности напряжений по сечению заготовки; б) распределение интенсивности деформаций по сечению заготовки; в) склонность к разрушению заготовки в процессе аккумуляруемой прокатки

Был использован жесткий тип объекта для задания геометрии валков. При моделировании было принято, что один из концов двухслойной заготовки уже закреплен. Для исследования было проведено моделирование при двух значениях температуры заготовки: при 20 °С и при 250 °С. Материалом заготовки выбран алюминиевый сплав марки 1100. По результатам моделирования были исследованы параметры напряженно-деформированного состояния при аккумуляруемой прокатке с соединением (рис. 2, 3).

Анализ данных, приведенных на рис. 2, показал, что при реализации аккумуляру-

емой прокатки с соединением с 50%-м обжатием в холодном состоянии происходит формирование благоприятного напряженно-деформированного состояния. Максимальное значение главных напряжений составляет 188 МПа и сосредоточено в основном в областях заготовки, расположенной в очаге деформации. Средние главные напряжения имеют характер распределения, подобный максимальным главным напряжениям, максимальное значение 139 МПа. Минимальные главные напряжения являются отрицательными. Среднее гидростатическое давление представлено в основном сжимающими на-

пряжениями, формирующимися в очаге деформации (рис. 2, а). Значения интенсивности напряжений составляет 97,5–130 МПа. При выходе заготовки из зоны локализации деформации интенсивность напряжений постепенно убывает до 0 МПа. Распределение интенсивности деформации неоднородно (рис. 2, б). В периферийных областях заготовки склонность к разрушению достигает 1,0, в результате чего могут образоваться рваные кромки. Данный вид дефекта устраняется обрезкой кромок заготовки.

Напряженно-деформированное состояние, формирующееся в заготовке при реализации горячей аккумуляемой прокатки с 50%-м обжатием, сопоставимо с напряженно-деформированным состоянием при холодной прокатке, однако имеет существенные численные различия (рис. 3).

Значения максимальных главных напряжений снижается в 2,3 раза и составляет 80,2 МПа. Средние главные напряжения имеют характер распределения, подобный максимальным главным напряжениям. Значения средних главных напряжений снижены в 2,9 раза, что составило 50,4 МПа. Минимальные главные напряжения также являются отрицательными.

Среднее гидростатическое давление составляет 48,8–65 МПа, что вдвое ниже гидростатического давления, действующего при холодной аккумуляемой прокатке с соединением. Распределение интенсивности деформации более однородно по сравнению с интенсивностью деформации в холодном состоянии. В периферийных областях заготовки для отдельных участков склонность к разрушению достигает 0,625, однако средние значения склонности к разрушению в области очага деформации составляют не более 0,1, что минимизирует появление трещин.

В целом, формирующееся при 50%-м обжатии напряженно-деформированное состояние, как при холодной, так и при горячей аккумуляемой прокатке с соединением прогнозирует измельчение структурных составляющих, и повышение качества получаемых изделий.

Выводы

В данной работе для определения рациональных температурных параметров процесса деформирования образцов, в программном комплексе DEFORM-3D были созданы модели прокатных валков и заготовки.

В ходе проведения теоретических исследований изучено напряженно-деформированное состояние. Результаты исследований показали, что при реализации деформирования в горячем состоянии с 50% обжатием формируются более благоприятные условия для проведения аккумуляемой прокатки с соединением.

Список литературы

1. Найзабеков А.Б., Андреященко В.А. Исследование влияния внешних факторов при угловом прессовании // Технологии машиностроения. – 2012. – № 5. – С. 18–21.
2. Naizabekov A.B., Andrejashhenko V.A., Kocich R. Study of deformation behavior, structure and mechanical properties of the AlSiMnFe alloy during ECAP-PBP // Micron. – 2012. – № 44. – P. 210–217.
3. Найзабеков А.Б., Андреященко В.А. Оценка возможности повышения механических характеристик сплава системы Al-Fe-Si-Mn равноканальным угловым прессованием // Металлург. – 2013. – № 2. – С. 89–92.
4. Андреященко В.А. Рационализация параметров инструмента для осуществления равноканального углового прессования с противодействием // Прогрессивные технологии пластической деформации: Труды международной конференции. – М., 2009. – С. 158–163.
5. Kuncicka L., Kocich R., et al. FEM simulation and comparison of the ECAP and ECAP-PBP influence on Material's deformation behavior // 22th International Conference on metallurgy and materials METAL: Conf. proc. – Brno, Czech Republic, 2013. – P. 50.