

В.Ф. Балакин, А.А Байрымов

ЗАЛЕЧИВАНИЕ ДЕФЕКТОВ СТАЛЬНОЙ КАТАНКИ В ПРОЦЕСЕ РКУП МЕТОДОМ CONFORM

Аннотация. До 10% всей катанки, производимой в Украине имеет повышенный диапазон (по сравнению с ГОСТ 2770) варьирования геометрических и механических характеристик, что препятствует ее последующему использованию. В данной работе решается задача моделирования процесса равноканального углового прессования дефектной катанки с целью определения возможного залечивания дефектов. Предполагается, что использование интенсивной пластической деформации в процессе РКУП и метода Конформ позволит получать готовую катанку с механическими характеристиками соответствующими ГОСТ 2770.

Ключевые слова: дефект, катанка, залечивание, деформация, конформ.

Залечивание дефектов катанки в процессе РКУП

Введение. Наличие в металле катанки по ТУ 14-4-493 скоплений неметаллических включений, усадочной рыхлости, раковин, пузырей, а также производственных дефектов в виде закатов, трещин, вмятин, задиров, повышает обрывность катанки при волочении, увеличивает число проходов, повышает себестоимость продукции. Однако, качество такой катанки не соответствует ГОСТ 2770, что предопределяет ограниченную область ее использования. [1].

Анализ публикаций. Известен ряд работ, посвященных исследованию влияния равноканального углового прессования на формирование структуры и свойств углеродистой стали [2,3], которые свидетельствуют о значительном увеличении механических свойств стали. Так, в работе [4] показано, что временное сопротивление стали 45 увеличиваются на 31%, предел текучести на 45%, твердость на 32%. Поэтому, исследование влияния ИПД на возможное устранение дефектов в катанке является актуальным.

Цели статьи. Рассмотрение возможности устранения дефектов стальной катанки с использованием технологии Conform. Анализ ре-

зультатов компьютерного моделирования равноканального углового прессования дефектной катанки.

Единственным методом осуществления ИПД при производстве длинномерного проката является метод Conform. Технология Conform или Конформ-процесс — формование длинномерного металлопроката методом непрерывной экструзии. Конформ-процесс позволяет осуществлять интенсивную пластическую деформацию по схеме РКУП в непрерывном режиме.

Равноканальное угловое прессование стальной катанки методом конформ позволяет устранить следующие виды брака: брак по геометрическим размерам; по наличию усадочной рыхлости, раковин, пузырей; наличие поверхностных трещин, царапин, задиров; скоплений неметаллических включений; разнозернность и несоответствие показателей механических характеристик. Т.е., большая часть видов брака, которая возникает при производстве катанки, может быть устранена с получением качественной готовой продукции в соответствии с нормами и требованиями.

Проверка действенности интенсивной пластической деформации на процесс залечивания дефектов бракованной катанки была осуществлена компьютерным моделированием в среде Deform 3D. На рис. 1 изображена схема моделирования процесса РКУП.

Исходные данные для моделирования: диаметр катанки 6.5 мм; материал катанки: 0.08 CarbonSteel; температура процесса 400°C; скорость прессования: 50 мм / с; угол между каналами контейнера: 120 °; коэффициент трения: 0.3; заложенные дефекты: сквозные отверстия диаметром 1; 1,5; и 2 мм, проходящих через ось заготовки; вырезы в форме параллелограммов, расположенных на поверхности, глубиной 1 мм, толщиной 0.5 мм, длинами 9.3 и 7.3 мм., имитирующие поверхностные трещины.

Деформацию и залечивание дефектов можно разделить на 2 этапа: до попадания в очаг интенсивной пластической деформации при движении заготовки в контейнере под давлением (первый этап залечивания) и в очаге ИПД (второй этап залечивания). Предполагается, что механизмы залечивания на этих этапах принципиально отличаются: на первом этапе деформация дефектов и их залечивание происходят вследствие высокого давления по схеме всестороннего неравномерного сжатия, а на втором ключевую роль играет степень

сдвиговой деформации. Заложенные для моделирования дефекты несколько крупнее реальных. Но они позволяют более наглядно проследить процессы, которые происходят с ними при равноканальном угловом прессовании.

Рассмотрение 1-го этапа залечивания (до попадания в очаг ИПД)

Уже на 11 - м шаге из 167 (0,1 секунда после начала прессования) становится очевидным явление концентрации напряжений на дефектах (рисунок 2). Причем видно, что первый дефект (диаметром 1 мм.) в значительной степени деформировался.

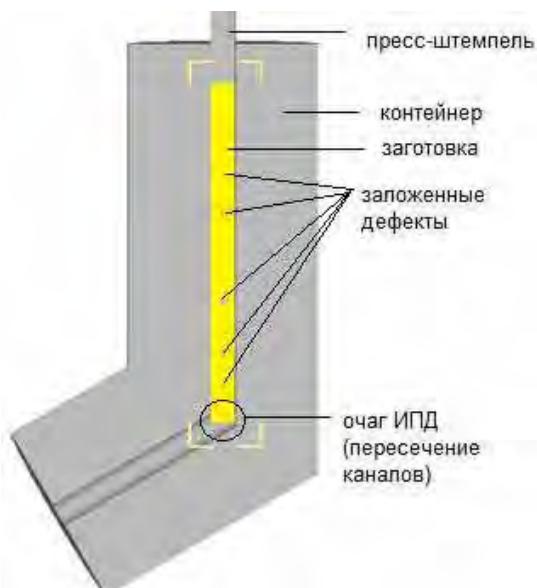


Рисунок 1 - Схема моделирования процесса РКУП

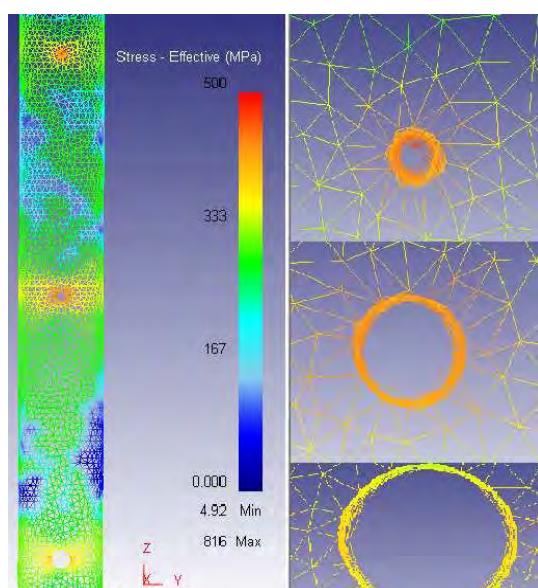


Рисунок 2 – Концентрация напряжений на дефектах

Рассмотрение трансформации поверхностных дефектов, показало, что первые значимые изменения, которые следует отметить, состоялись на шаге 25 (0.123 секунды с начала процесса, рисунок 3). На рисунке показаны контуры дефекта и его общий вид на заготовке. Как видно, напряжения, при которых проходит прессование, привело к сплющиванию ребер дефектов, находящихся на поверхности заготовки. Концентрация напряжений, которая играет значительную роль для залечивания сквозных дефектов, имеет место и для дефектов поверхностного типа. На следующих шагах происходила их дальнейшая деформация, в результате которой перед попаданием в очаг ИПД дефекты практически полностью залечились.

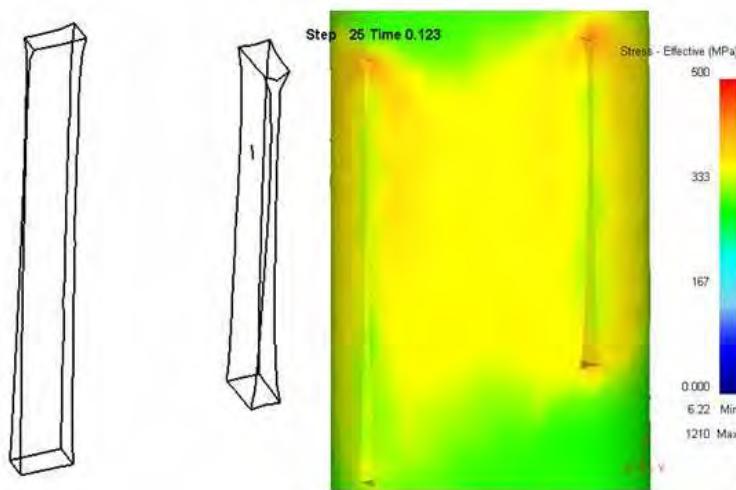


Рисунок 3 – Начальный этап деформации поверхностных дефектов

Анализ результатов позволяет сделать вывод, что поверхностные дефекты и сквозные отверстия в какой-то степени залечиваются еще на этапе до попадания в очаг ИПД.

Залечивание дефектов в очаге ИПД

Окончательное залечивание, которое позволит получить бездефектный продукт, происходит в очаге ИПД. На рис.4 пошагово показано, как устраняется дефект в виде сквозного отверстия после попадания в очаг ИПД.

Рассмотрение залечивания поверхностных дефектов в очаге ИПД показало следующее. Перед попаданием в очаг ИПД заложенные дефекты, имитирующие трещины, уже в значительной степени деформировались. Следующие шаги показали их дальнейшее устранение и уменьшение их размеров. Однако после полного прохождения очага деформации незначительные следы от них остались.

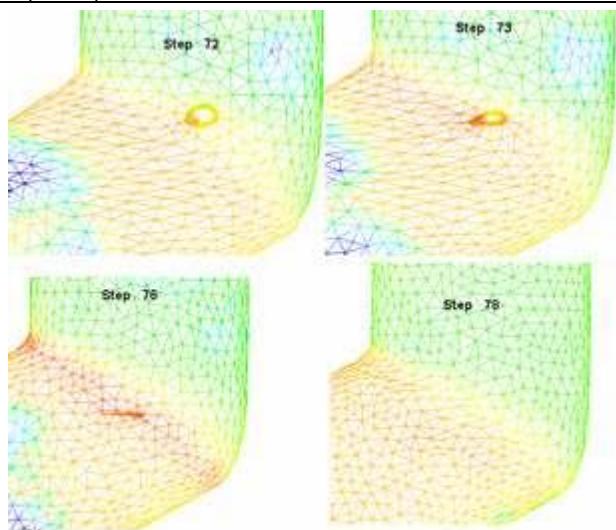


Рисунок 4 – Залечивание дефекта
в виде сквозного отверстия в очаге ИПД

Выводы. Анализ результатов моделирования процесса равноканального углового прессования позволил сделать следующие выводы.

1. Процесс РКУП позволяет полностью залечить дефекты исходной заготовки, величина которых превосходит реально существующие.
2. Моделирование показало, что частичное залечивание дефектов происходит под давлением в контейнере, когда дефект еще не достиг очага ИПД.
3. Окончательное залечивание дефектов происходит в зоне ИПД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Должанский А.М., Петлеваный Е.А., Ломов И.Н., Ломова О.Б., Ермакова О.С. Волочение стальной катанки с поперечными сквозными дефектами // В сбУдосконаленняпроцесів і обладнанняобробкитиском в металургії і машинобудуванню: Краматорськ: ДГМА, 2008;
2. Валиев Р.З. Получение уникальных механических свойств углеродистой стали 45 за счет интенсивной пластической деформации / Р.З. Валиев, Н.Г. Зарипов, М.В. Караваева, С.К. Нуриева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика. Физика, 2011. – Том 23. – № 11
3. Астафурова Е.Г. Особенности микроструктуры и механическое поведение стали 06МБФ после равноканального углового прессования / Е.Г. Астафурова, Г.Г. Захарова, Е.В. Найденкин, Г.И. Рааб, П.Д. Одесский, С.В. Добаткин // Письма о материалах, 2011. – Том 1. – С. 198-202.
4. Пинчук С.И., Рааб Г.И., Тишкевич Д.Г., Балакин В.Ф., Лысак В.В. Структура и свойства стали 45 после равноканального углового прессования при 400°C. MetalJournal - 2014.