

УДК 621.771

В.П. Манин, С.В. Пыхтунова

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»*

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И УСИЛИЙ ПРИ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКЕ ДЮБЕЛЕЙ

При изготовлении крепежных изделий малых размеров ($d = 3,0 \dots 6,0$ мм), широкие возможности показал метод поперечно-клиновой прокатки [1].

Поперечно-клиновой прокаткой получают острие дюбеля.

Этот процесс представляет собой поперечно-клиновую прокатку цилиндра в конус между клиньями, один из которых неподвижен и имеет определенные особенности. В отличие от продольной, при поперечно-клиновой прокатке деформация заготовки на всех стадиях (начальной, основной и заключительной) осуществляется в переходном режиме. Поэтому стабильного режима деформации на всех стадиях можно добиться, создав резервные силы трения за счет применения дополнительного технологического инструмента с насечкой [2].

Известно, что при поперечной прокатке в осевой части заготовки возникает схема всестороннего напряженного состояния растяжения. Аналогичное напряженное состояние возникает и при поперечно-клиновой прокатке острия дюбеля. Под воздействием продольных растягивающих напряжений при формировании острия дюбеля происходит депланация торцевой поверхности деформируемой заготовки.

Выбор режима деформаций определяется конструкцией технологического инструмента, параметры которого в условиях сложившегося производства строго определены. Поэтому при расчете конструктивных размеров прокатно-клинового инструмента для изготовления дюбелей исходили, во-первых, из необходимости рационального деформационного режима, а во-вторых, из возможности минимальных конструктивных изменений габаритных размеров существующего накатного инструмента. В связи с этим, конструкция технологического инструмента для поперечно-клиновой прокатки дюбеля выполнена таким образом, что в момент захвата и на протяжении одного полуоборота заготовки единичные обжатия малы, а усилие воздействует на заготовку сосредоточенно на небольшой площади. С целью устранения растягивающих напряжений при поперечно-клиновой прокатке острия дюбеля, был разработан способ [3], в соответствии с которым прибыльная часть у вершины острия дюбеля

обеспечивает подпор и нейтрализует растягивающие радиальные и осевые напряжения.

$$\text{По формулам } p_n - \sigma_z = 2k \text{ и } p_n = \frac{2k}{\delta} \cdot [(\delta \cdot \xi - 1) \cdot \left(\frac{D_0}{D_z}\right)^\delta + 1],$$

где k - сопротивление чистому сдвигу, равное τ_s , проведены расчеты нормальных контактных (p_n) (рис. 1, а) и продольных (σ_z) напряжений после каждого цикла (рис. 1, б).

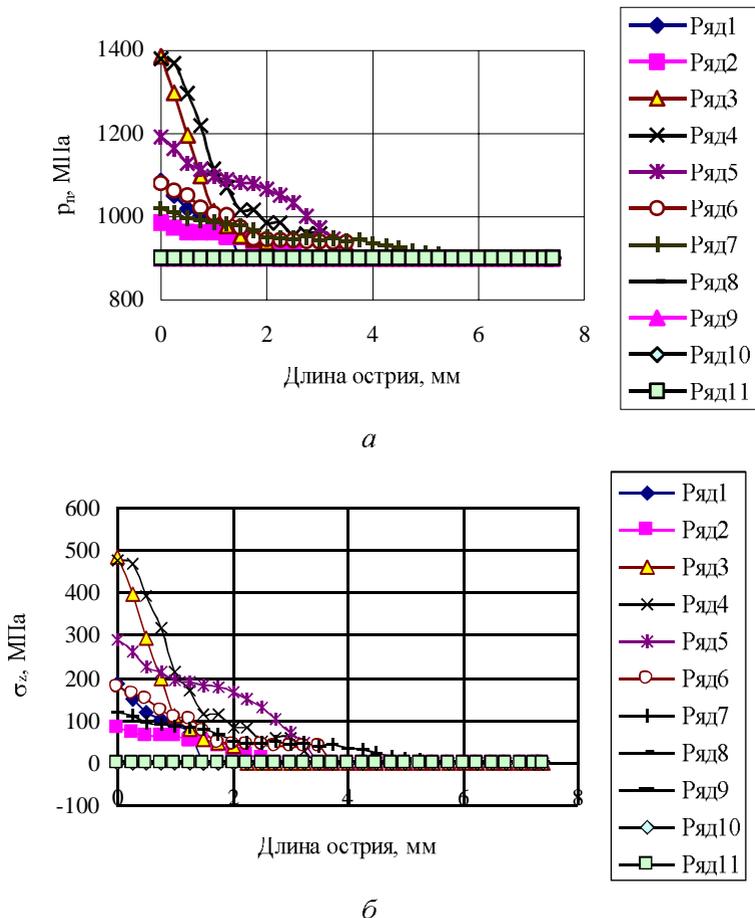


Рис. 1. Распределение нормального контактного (p_n) (а) и продольного (σ_z) напряжения (б) по длине острия долбея

Для построения кривых использовали значения диаметров острия недокатов [4] после каждого цикла. Расстояние между замерами острия дюбеля составляло 0,25 мм. Угол α очага деформации меняется от 5° на первом цикле до $19,5^\circ$ - на одиннадцатом [4, 5].

Анализ распределения нормальных контактных напряжений (см. рис. 1, *a*) показывает, что от цикла к циклу длина очага деформации увеличивается и на восьмом цикле охватывает всю длину острия. Амплитуда нормальных контактных напряжений на каждом цикле различна и находится в интервале от 900 до 1380 МПа. Максимальные значения нормальных контактных напряжений при поперечно-клиновой прокатке острия дюбеля приходятся на третий и четвертый цикл деформации на расстоянии 1,0 мм от острия, что связано с характером течения металла при деформировании заготовки, т.е. с ростом величины радиальной деформации. После четвертого цикла (см. рис.1, *a*) происходит снижение величины нормальных контактных напряжений из-за того, что происходит перетекание части металла в образующуюся обесечку.

К восьмому циклу деформация охватывает всю длину острия. Начиная с восьмого цикла деформирования заготовки (см. рис.1, *a*), величина нормальных контактных напряжений значительно снижается, т.к. радиальная деформация на последующих: девятом, десятом, одиннадцатом циклах мала.

Усреднив значения нормальных контактных напряжений в каждом цикле по длине острия, построили зависимость усредненных значений нормальных контактных напряжений по длине деформирующего клина (рис. 2) [6], установили, что усредненные значения нормальных контактных напряжений по длине деформирующего клина возрастают на третьем и четвертом циклах, а далее снижаются, что не противоречит установленному ранее распределению усилия и деформаций, полученных при исследовании формоизменения заготовки на недокатах в процессе поперечно-клиновой прокатки при острении дюбелей.

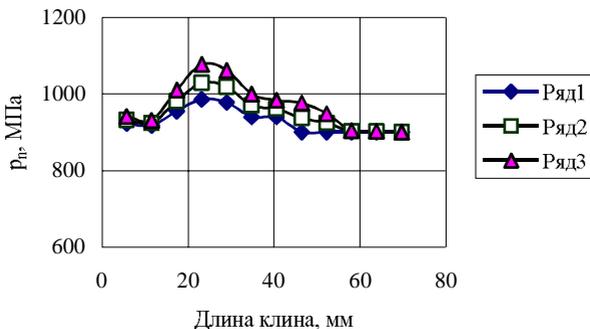


Рис. 2. Распределение нормальных контактных напряжений по длине клина при различных коэффициентах трения: ряд 1 - 0,172; ряд 2 - 0,222; ряд 3 - 0,272

Библиографический список

1. Опыт применения метода поперечно-клиновой прокатки при изготовлении металлических изделий в метизной промышленности // Новые технологические процессы прокатки, интенсифицирующие производство и повышающие качество продукции: Материалы Всесоюзной науч.-техн. конф.. Челябинск: ЧПИ, 1984. С. 8.

2. Исследование деформированного состояния заготовки дубеля внутри цикла при поперечно-клиновой прокатке // Черные металлы. 2011. июнь. С. 62-65.

3. А.с. № 1337177(СССР), МКИ В 21 Н 1/18. Способ поперечно-клиновой прокатки участков заострения дубелей / Б.А. Никифоров, Г.В. Бухиник, В.П. Манин, Я.С. Короткин, В.В. Поварич, С.М. Петрик, Е.С. Минеев, Б.М. Ригмант. Оpubл. Б.И. № 34. 1987.

4. Никифоров Б.А., Манин В.П., Пыхтунова С.В. К выбору реологической модели при оценке контактных напряжений в процессе формирования острия дубеля // Фазовые и структурные превращения в сталях: Сб. науч. тр., вып. 3 / Под ред. В.Н. Урцева. Магнитогорск, 2003. С. 475-482.

5. Исследование влияния технологических факторов на усилие деформации при производстве высокопрочных дубелей / Б.А. Никифоров, В.П. Манин, С.В. Пыхтунова, А.В. Бирюков // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2004. № 2 (6). С. 43-45.

6. Исследование технологических факторов на усилие деформации при производстве высокопрочных дубелей / Б.А. Никифоров, В.П. Манин, С.В. Пыхтунова и др. // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Межрегион. сб. Магнитогорск. 2002. С. 264-267.