

УДК 621.7

ЭЛАСТИЧНЫЙ КОМПОЗИТНЫЙ РАБОЧИЙ ИНСТРУМЕНТ С ПОВЫШЕННОЙ ЖЁСТКОСТЬЮ ДЛЯ СТАНА ЛОКАЛЬНОЙ ФОРМОВКИДмитрий Валерьевич Савчук ⁽¹⁾*Магистр 2 года ⁽¹⁾**кафедра «Оборудование и технологии прокатки»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: И.Е. Семёнов,**доктор технических наук, профессор кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

Целью настоящей работы являлось исследование нового эластичного композитного рабочего инструмента с повышенной жёсткостью.

В работе представлены результаты проведённого литературного обзора по деформированию тонколистового металла эластичным рабочим инструментом, показано что данный метод широко используется в единичном и мелкосерийном производстве для изготовления тонколистовых деталей. Однако нами выявлен существенный недостаток данного метода, который заключается в существенном ограничении обрабатываемых металлов как по толщине, так и по прочностным характеристикам, что объясняется низким давлением эластичного рабочего инструмента на контактной поверхности с деформируемым металлом. Существующие полиуретановые инструменты имеют максимальную твёрдость по Шору 90-95 единиц и при деформировании их на 40% нормальные напряжения на контактной поверхности не превышают 14 МПа, что явно недостаточно для деформирования стальных листов из низкоуглеродистой стали толщиной более 0,4 мм, или алюминиевых листов толщиной более 0,8 мм.

Для повышения жёсткости и расширения технологических возможностей такого рабочего инструмента, нами предложен новый эластичный композиционный инструмент с повышенной жёсткостью, а именно инструмент из полиуретана марки СКУ-7Л армированный арамидными тканями типа “Кевлар”. Для этого нами были изготовлены несколько типов образцов: прямоугольные (100x10x20 мм) для деформирования по схеме чистого сдвига и квадратные в плане (100x100x20 мм) для осадки. Армирование проводилось путём склеивания, клеем на основе цианокрилата, двух частей полиуретановых образцов с промежуточным слоем кевларовой ткани. Осадка проводилась на испытательной машине INSTRON 600DX-F1-G1 (Рисунок 1).

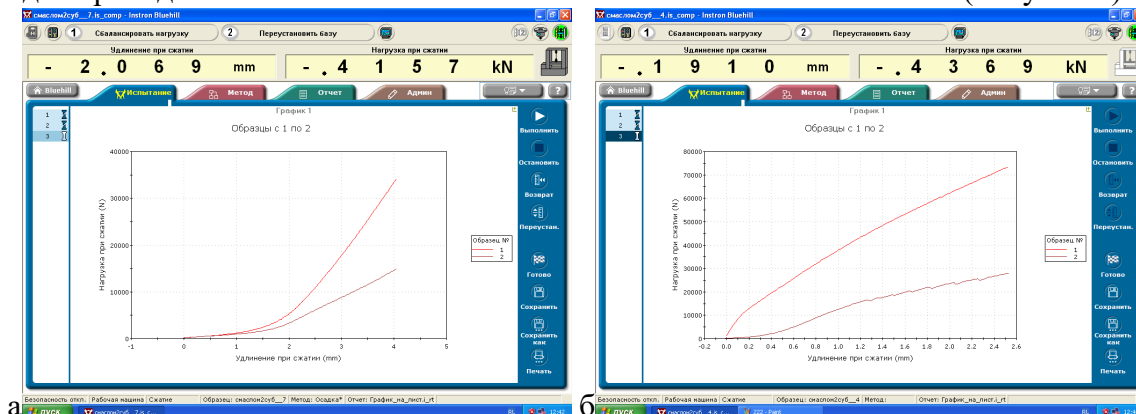


Рис. 1. результаты эксперимента а - чистый сдвиг, б - осадка

Как видно из рисунка 1, армирование увеличивает силу деформирования более чем в 2,5 раза.

По полученным результатам были рассчитаны коэффициенты Муни-Ривлина которые составили для чистого сдвига для полиуретана марки СКУ-7Л: $\bar{c}_{10} = 2,23$ МПа, $\bar{c}_{01} = 0,96$ МПа; и для того же полиуретана, но армированного арамидной тканью: $\bar{c}_{10} = 7,16$ МПа, $\bar{c}_{01} = 2,34$ МПа и для осадки, для полиуретана марки СКУ-7Л: $\bar{c}_{10} = 4,20$ МПа, $\bar{c}_{01} = 1,19$ МПа; и для того же полиуретана, но армированного арамидной тканью: $\bar{c}_{10} = 8,69$ МПа, $\bar{c}_{01} = 2,44$ МПа. В результате данные показали, что силы деформирования увеличились в 3 раза для объёмной осадки и в 3,5 для чистого сдвига. Далее по этим данным было проведено моделирование в программном комплексе ANSYS, процесса осадки оболочки вала на плоскость, где жёсткий вал диаметром 110 и эластичная оболочка диаметром 200. Результаты расчёта нормальных контактных напряжений, представленные на рисунке 2.

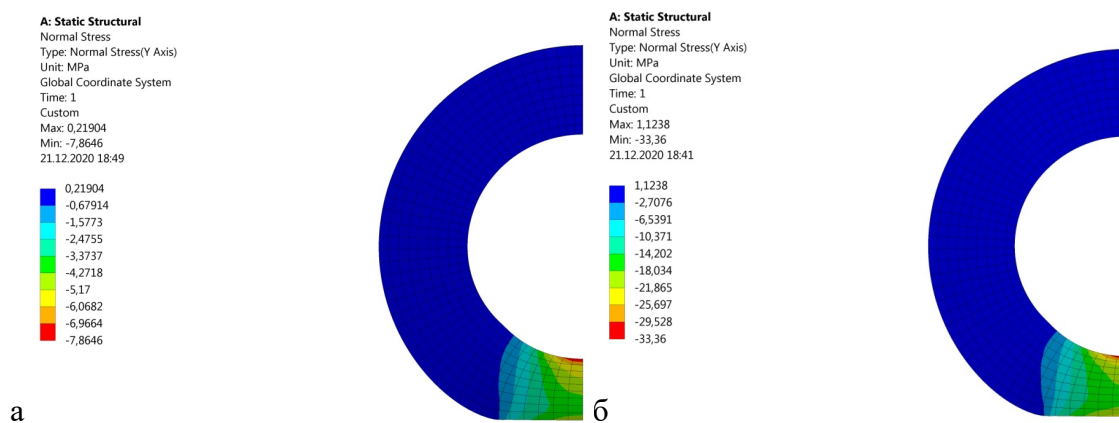


Рис. 2. Распределение нормальных контактных напряжений (а - простой, б - композитный)

Нормальные напряжения в пятне контакта (размер 60 мм) варьируются для полиуретана от 1,5 МПа до 7,8 МПа и для армированного полиуретана от 6,5 МПа до 33,4 МПа, что так же показывает увеличение нормальных напряжений на контактной поверхности в 3,5 раза. Такое повышение нормальных напряжений должно существенно увеличить номенклатуру для нового композиционного материала.

Выводы:

1. Изготовлены образцы эластичного композитного рабочего инструмента для экспериментального исследования по чистому сдвигу и осадке;
2. По результатам эксперимента рассчитаны коэффициенты Муни-Ривлина, которые составили для чистого сдвига для полиуретана марки СКУ-7Л: $\bar{c}_{10} = 2,23$ МПа, $\bar{c}_{01} = 0,96$ МПа; и для того же полиуретана, но армированного арамидной тканью: $\bar{c}_{10} = 7,16$ МПа, $\bar{c}_{01} = 2,34$ МПа и для осадки, для полиуретана марки СКУ-7Л: $\bar{c}_{10} = 4,20$ МПа, $\bar{c}_{01} = 1,19$ МПа; и для того же полиуретана, но армированного арамидной тканью: $\bar{c}_{10} = 8,69$ МПа, $\bar{c}_{01} = 2,44$ МПа;
3. Проведено математическое моделирование осадки жёсткого вала с эластичными оболочками, с армированием и без, на плоскость в программном комплексе ANSYS;
4. Проведено сравнение результаты напряжений на контактных поверхностях для армированного и неармированного инструмента, и доказано повышение нормальных контактных напряжений при армировании “Кевларом” более чем в 3 раза, что позволит существенно

увеличивает номенклатуру изделий, производимых при деформации эластичным рабочим инструментом

Литература

1. I.E. Semenov, V.Yu. Lavrinenko. *The method of definition of parameters of reinforced polyurethanes // Materials Today: Proceedings. Volume 38, Part 4, 2021, Pages 1379-1384.*
2. A.O. Polyakov, V.Yu. Lavrinenko, I.E. Semenov. *Development of the design technique of technological processes for manufacturing of ring-shaped parts by compression // Materials Today: Proceedings. Volume 38, Part 4, 2021, Pages 1343-1347.*
3. Семёнов И.Е.; ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АРМИРОВАННЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ; *Заготовительные производства в машиностроении. 2019. Т. 17. № 12. С. 540-544.*
4. Семенов И.Е., Рыженко С.Н., Кузнецов Г.В.; РОССИЙСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОСКИХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ЭЛАСТИЧНЫМИ СРЕДАМИ; *В сборнике: НОВАЯ НАУКА КАК РЕЗУЛЬТАТ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА. сборник статей Международной научно-практической конференции: в 17 частях. 2017. С. 185-192.*
5. Семенов И.Е., Рыженко С.Н.; ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВОГО РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ВЫРУБКИ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ 12Х18Н10Т; *Новая наука: От идеи к результату. 2016. № 1-2. С. 185-191.*
6. Семенов И.Е., Рыженко С.Н.; НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ФОРМОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОСКИХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ; *Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2016. № 8 (88). С. 219-228.*
7. Семенов И.Е., Рыженко С.Н.; ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТАНА ЛОКАЛЬНОЙ ФОРМОВКИ; *Новая наука: Стратегии и векторы развития. 2016. № 8. С. 153-160.*
8. Семёнов И.Е., Рыженко С.Н., Даева Н.Н.; ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ТОЧНОСТИ ГЕОМЕТРИИ ЗАГОТОВОК ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ЭЛАСТИЧНЫМИ СРЕДАМИ; *Вестник машиностроения. 2016. № 3. С. 40-44.*