

## УДК 621.77

Школьников Михаил Сергеевич

*Магистр 2 года,  
кафедра «Обработка металлов давлением»  
Уральский Федеральный Университет*

*Научный руководитель: Д.Р. Салихьянов,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Обработка металлов давлением»*

### ВЛИЯНИЕ ТИПА БОЙКОВ НА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАГОТОВКИ В ПРОЦЕССЕ ПРОТЯЖКИ

BT3-1 является высокопрочным ( $\alpha+\beta$ )-сплавом мартенситного класса системы  $Ti-Al-Mo-Cr-Fe-Si$ . Хром, железо и кремний в его составе повышают показатели прочности и жаростойкости. Сплав BT3-1 применяется при изготовлении двигателей, предназначенных для длительной эксплуатации (свыше 6000 часов), в том числе в режиме высоких температур: до 400 °С – штампованные и кованные детали, арматура, болты, детали для различных систем управления. Протяжка – это кузнечная операция, при которой длина заготовки увеличивается за счёт уменьшения площади поперечного сечения.

Ковка может происходить в различных бойках. Бойки применяют плоские и фигурные (вырезные). При протяжке в плоских бойках появляются большие растягивающие напряжения, что приводит к трещинообразованию малопластичных материалов. Ковка в фигурных бойках позволяет значительно повысить пластичность деформируемого металла и избежать ковочных трещин. Применение фигурных бойков также позволяет получить более точные размеры поковок, а в ряде случаев также стабилизировать общую и за один проход степень деформации. Во избежание образования дефектов в поковках (зажимов и трещин) кромки рабочей поверхности бойков не должны быть острыми.

В литературе отсутствуют сведения о влиянии типа бойков на напряженно-деформированное состояние (НДС) сплава BT3-1. Проблемой данной работы является отсутствие сведений о влиянии подачи и типа бойков на НДС сплава BT3-1, поэтому затруднительно сделать выбор в пользу того или иного бойка. Целью работы является сравнение влияния плоских и комбинированных бойков на технологические параметры.

Для исследования НДС сплава BT3-1 в процессе протяжки проведено моделирование в CAE-системе *QForm* в плоских и вырезных бойках.

Параметры технологического процесса для исследования: усилие, напряженно-деформированное состояние, дефектообразование.

По результатам моделирования можно сделать следующие выводы: Комбинированные бойки снизили усилие примерно на 20 %. Деформация стала менее однородной ввиду неодинаковости напряжений со стороны верхнего и нижнего бойка. Напряженное состояние стало более благоприятным, т.к. при протяжке в комбинированных бойках в очаге деформации возникает схема всестороннего сжатия. Значение максимальной температуры стало больше, но температура, ни в одном проходе не превышает температуру полиморфного превращения. По результатам работы сделан вывод о более рациональном применении комбинированных бойков для протяжки малопластичных титановых сплавов.

## Литература

1. Сайт TiBOLT.RU [Электронный ресурс]. – 2020 – Режим доступа: <https://tibolt.ru/titanovyj-splav-vt3-1/?ysclid=m8e7goa31k135404146>.
2. *Бабенко В.А.* Технологический справочник по ковке и объёмной штамповке. – М.: МАШГИЗ, 1959. – 971 с.
3. *Антощенко Ю.М.* Теория и технология кузнечно-штамповочного производства и прессования. Лабораторный практикум, 2-ое издание – Электросталь: ЭПИ - филиал Университета машиностроения, 2005. – С. 290.