

УДК 621.715.2

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ГРАВЮРЫ ХОЛОДНОВЫСАДОЧНЫХ МАТРИЦ НА МЕХАНИЗМ ИХ РАЗРУШЕНИЯ

И. Н. СТЕПАНКИН, Л. С. ХРОМОВА

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

При изготовлении деталей холодной высадкой одной из наиболее важных производственных задач является достижение высокой стойкости инструмента. Сложная форма рабочей поверхности, в первую очередь матриц, способствует перераспределению эксплуатационных нагрузок. Это приводит к существенной концентрации контактных напряжений на отдельных участках гравюры и снижает ресурс эксплуатации инструмента за счет избирательного изнашивания поверхностного слоя металла. Требования к форме поковок, изготавливаемых холодной высадкой, регламентируются условиями последующей технологичности создания изделий, а именно возможностью их использования в качестве сборочной единицы без последующей механической обработки. Этому критерию соответствуют крепежные изделия – болты и гайки, которые производят путем холодной высадки. Допуски на размеры этих поковок составляют от нескольких миллиметров до десятых долей миллиметра. Как правило, наиболее жесткие требования к величине допуска предъявляются к поковкам небольших размеров. При их изготовлении стойкость инструмента достаточно высока, по причине малого объема деформируемого металла. С увеличением типоразмера крепежных изделий и соответственно возрастанием объема заготовки, стойкость оснастки снижается из-за увеличения контактной нагрузки на гравюру штампа. При этом увеличивается и величина допусков на линейные размеры детали, что находит свое отражение в требованиях к размерам рабочей полости инструмента.

Одним из путей увеличения наработки на отказ оснастки для крупных метизов является изготовление гравюры штампа с минимальными отклонениями от требований чертежа. При этом контролируемое изнашивание наиболее нагруженных участков гравюры в допустимом диапазоне размеров позволяет эксплуатировать инструмент в течение определенного периода времени. Однако, при изготовлении сложнопрофильных изделий, некоторые элементы гравюры штампа подвергаются высоким по величине контактными нагрузкам, что изменяет механизм изнашивания поверхностного слоя и ускоряет его разрушение.

В работе исследовано влияние геометрических характеристик гравюры холодновысадочных матриц на их напряженно-деформированное состояние и стойкость.

Объектом исследования являлись матрицы для изготовления болтов железнодорожного крепежа М 22×70. Оценку напряженного состояния инструмента осуществляли с помощью метода конечных элементов, реализуемого программным продуктом ANSYS.

Результаты оценки напряженного состояния рабочей полости матриц для изготовления головки болтов железнодорожного крепежа показали, что наиболее высокая концентрация напряжений возникает в зоне радиуса сопряжения отверстия под стержень болта с рабочей полостью матриц. Величина эквивалентных напряжений, рассчитываемых по Мизесу на рабочей поверхности матрицы прототипа, составила порядка 5300 МПа при величине радиуса сопряжения – 1,5 мм. Контактная нагрузка на рабочую поверхность матриц в рассматриваемой зоне возникает как реакция со стороны деформируемой заготовки. Полученное в расчетах значение эквивалентной нагрузки соответствует предельному значению предела прочности на сжатие быстрорежущих сталей, из которых изготавливаются матрицы. Пульсирующее воздействие на материал инструмента приводит к интенсивному изнашиванию гравюры и сопровождается постепенным увеличением радиуса сопряжения в инструменте. Прекращение эксплуатации матриц производится после того, как величина радиуса сопряжения формообразующих поверхностей инструмента достигла величины 5 мм. Это значение является предельной величиной рассматриваемого геометрического параметра. К моменту окончания эксплуатации, рабочая поверхность инструмента в зоне радиуса сопряжения имеет множественные повреждения, значительно искажающие профиль гравюры инструмента и форму поковки. Для оптимизации напряженно-деформированного состояния матриц были проведены расчеты напряженного состояния, для случаев изменения радиуса в диапазоне 1,5–5,0 мм, а также изготовления на боковых поверхностях инструмента разгружающих камер. Результаты расчетов сопоставили со скоростью изнашивания гравюры инструмента в процессе наработки и постепенного увеличения радиуса сопряжения. Полученная зависимость показывает, что увеличение радиуса до предельно допустимого значения позволяет обеспечить существенное снижение скорости изнашивания гравюры штампа и изменить механизм разрушения материала оснастки. В случае эксплуатации матриц, начальный радиус сопряжения формообразующих поверхностей которых составлял 1,5 мм, в поверхностном слое инструмента интенсивно развивались очаги контактной усталости материала. Матрицы, радиус сопряжения формообразующих поверхностей которых составлял 5 мм, практически не изнашивались за счет избирательного разрушения гравюры благодаря тому, что величина контактных напряжений на их рабочей поверхности не превышала 2300 МПа. Их эксплуатация сопровождалась постепенным углублением полости инструмента без искажения профиля и отклонения размеров поковки за пределы требований чертежа. Проведенные мероприятия позволили увеличить стойкость инструмента в 2–2,5 раза.