

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАТРИЦ ХОЛОДНО-ВЫСАДОЧНОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

В.М.Ксенько, С.Б.Сарело, В.М. Ткачев, А.И. Столяров, И.Н.Степанкин,
Гомельский политехнический институт им. П.О.Сухого (Гомель)

Одним из высокопроизводительных технологических процессов изготовления деталей сложной конфигурации является метод холодной высадки, который широко используется в современном машиностроении. Себестоимость изготовления деталей при этом во многом определяется стоимостью технологической оснастки и стойкостью матриц.

В данной работе исследованы причины и механизм разрушения матриц на основе анализа их напряженно-деформированного состояния с последующей оптимизацией геометрии матрицы.

Исследования проводились на холодно-высадочных матрицах для получения крупногабаритных крепежных болтов (M22-8g×75.58 ГОСТ 16016-79), изготавливаемых на станке "NEDSCHROEF" BV-6 (ФРГ). Напряженно-деформированное состояние оценивалось с использованием метода конечных элементов.

Сведения о сроках службы исследуемых матриц при выполнении высадки в два и в три перехода приведены в таблице.

Таблица

Наименование	Стойкость (тыс. циклов) при высадке	
	за два перехода	за три перехода
Матрица первого перехода.	10-25	10-25
Матрица второго перехода	5-15	10-20
Матрица третьего перехода	—	30-40

Из приведенных данных видно, что увеличение количества переходов приводит к возрастанию срока службы матриц, но при этом снижается производительность технологического процесса.

Повышение стойкости матрицы может быть достигнуто за счет оптимизации конструктивных и технологических параметров, а также выбора исходных материалов и режимов их химико-термической обработки.

В качестве критерия оптимизации выбрана стойкость (срок службы) матрицы, которая должна быть практически одинакова для всех трех переходов процесса формования.

Оптимизация конструктивных и технологических параметров предусматривает:

- снижение концентрации напряжений на сопряженных поверхностях, посредством выбора рациональной формы ручья матрицы, радиусов сопряжения, штамповых уклонов и т.д.,
- равномерное распределение деформации между переходами с целью обеспечения такой нагрузки матриц, чтобы их стойкость была примерно одинакова, что позволит улучшить технологичность обслуживания автомата;
- определение комплекса механических свойств, которыми должен обладать материал матриц, для обеспечения ее максимальной стойкости;
- уточнение выбора материала для изготовления матриц и технологии их обработки с целью получения необходимого комплекса механических и технологических свойств, обеспечивающих повышение стойкости холодно-высадочной оснастки.

Как показывает анализ основной причиной выхода матриц из строя является их усталостное разрушение, проявляющееся в виде осповидного выкрашивания в зонах повышенной концентрации напряжений и в дальнейшем образовании трещин. В особенности это характерно для третьего (последнего) этапа высадки.

Оценка напряженного состояния матрицы с помощью аналитических решений затруднена в связи со сложностью геометрических форм (Рис. 1а) и силового нагружения матрицы, а также зависимостью физико-механических свойств материала матрицы от температуры, возникающей в рабочей зоне в процессе высадки. Поэтому проводили численные исследования с использованием компьютерной программы ANSYS версии 5.0, реализующей метод конечных элементов.

Так как конструкция матрицы и условия нагружения симметричны, то для упрощения рассматривается ее четвертая часть. Эти особенности принятой модели учитываются в граничных условиях. В первом приближении принимаем, что давление равномерно распределе-

но по формообразующей поверхности матрицы. Выбранная модель (Рис. 1б) позволяет с достаточной степенью точности определить значения напряжений.

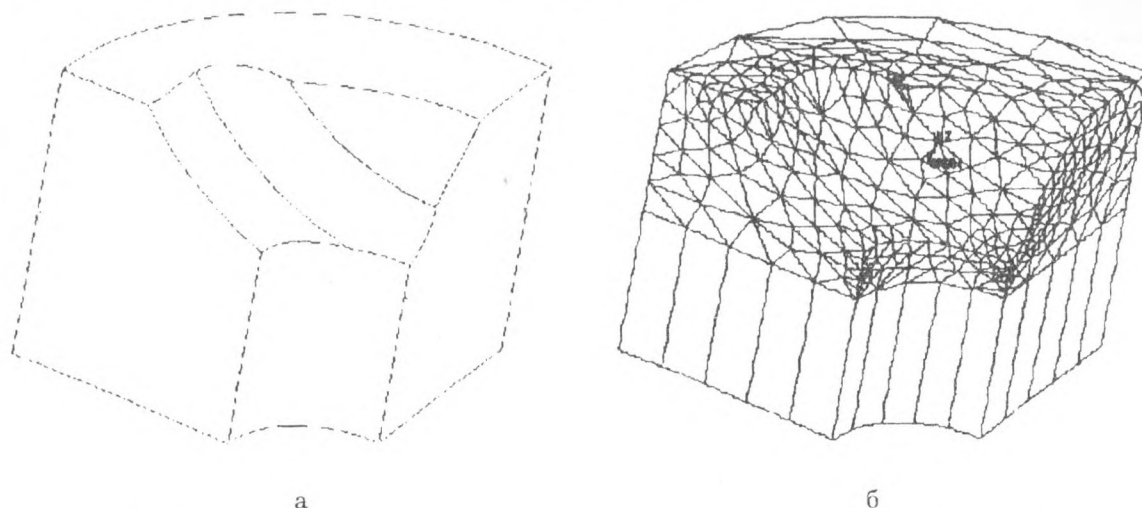


Рис. 1. Расчетная часть матрицы (а) и ее конечно-элементная модель (б).

Результаты расчета показали, что локальные максимальные эквивалентные напряжения ($\sigma_{\text{экв}} = 3400$ МПа) находятся в углах сопряжения отверстия под болт и формообразующей поверхности, что на практике соответствует местам появления усталостного выкрашивания.

Одним из путей снижения концентрации напряжений в матрице является выполнение на боковой поверхности лысок. Эта операция несколько снижает производительность процесса (необходимо обрезать облой), но снижает напряжения до 2100 МПа (Рис. 2). Причем зона концентрации напряжений смещается в область лыски, что позволяет увеличить стойкость матрицы до 30–40 тыс. циклов высадки.

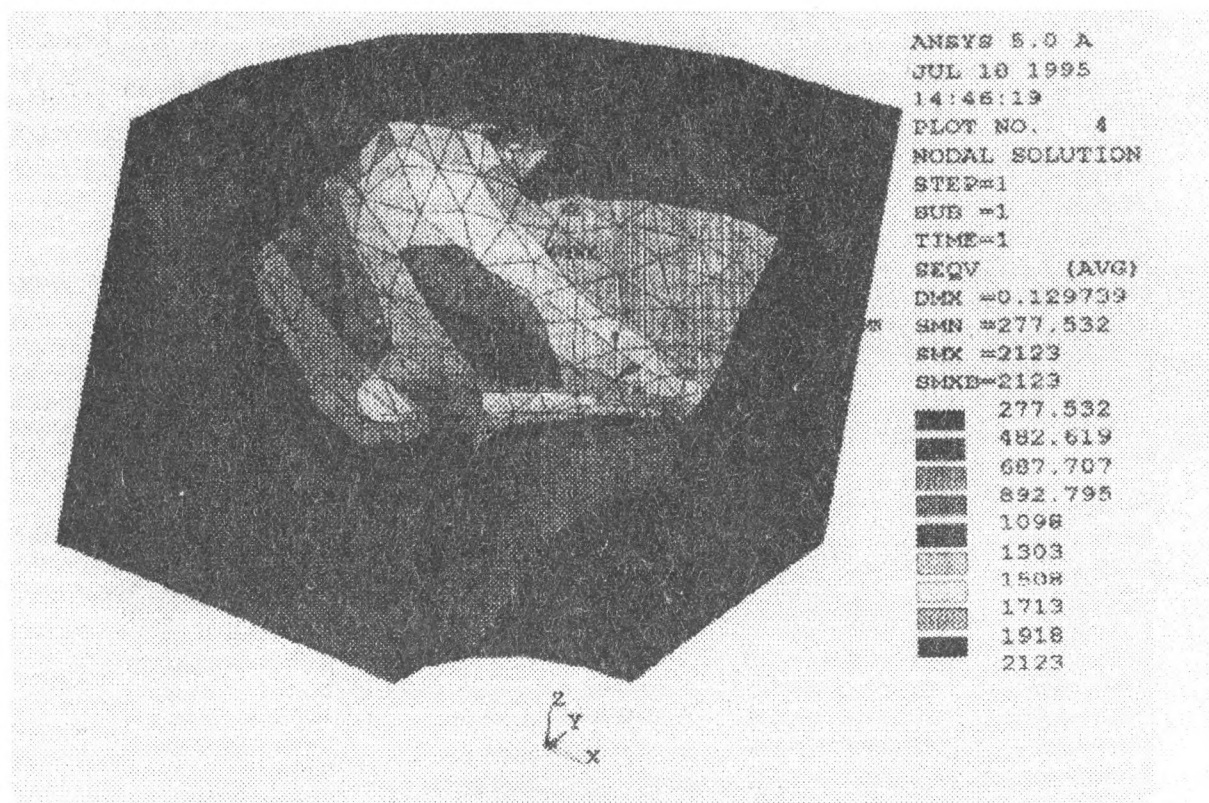


Рис. 2. Распределение эквивалентных напряжений в МПа.