

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

В. Ю. Лавриненко



ЛАВРИНЕНКО
Владислав
Юрьевич

Кандидат технических наук, доцент. Заведующий межфакультетской лабораторией САПР Автомобильного факультета ГОУ Московского государственного индустриального университета. Область научных интересов – технологииковки и штамповки на молотах, листовой и объемной штамповки. Автор 22 печатных научных работ. Соавтор 1 патента на изобретение.

Введение

При производстве крепежных деталей методами холодной объемной штамповки (ХОШ) актуальными являются вопросы обеспечения высокого качества, прочности и надежности продукции, сокращения сроков внедрения в производство новых изделий и снижение затрат на производство.

Проектирование технологических процессов ХОШ крепежных деталей предполагает решение целого ряда задач: определение напряженно-деформированного состояния; определение условий течения металла и про-

гнозирование структуры материала; оптимизация переходов штамповки и предотвращение возможности появления технологических отказов; определение сил штамповки, нагрузки и характера деформации инструмента [1].

Применение традиционных методов проектирования технологических процессов штамповки не всегда позволяет решить перечисленные задачи и обеспечить оптимальное сочетание требуемого качества готовой детали, минимальных затрат и сроков внедрения в производство [1, 2].

Одним из эффективных подходов к решению данных задач является комплексное применение систем автоматизированного проектирования на основе компьютерных технологий и систем проектирования и инженерного анализа [3].

Одним из существенных факторов, влияющих на качество изготавливаемой детали, силовые параметры процесса, а также на стойкость инструмента, являются исходное состояние материала и степень его предварительной деформации.

Известно, что предварительное деформирование путем волочения в холодном состоянии вызывает повышение сопротивления деформации. При последующем приложении нагрузки в направлении, противоположном предварительной нагрузке, течение металла начинается при более низких напряжениях по сравнению с теми, которые были в момент прекращения нагрузки при предварительном деформировании.

Моделирование и анализ технологических процессов штамповки

Для исследования влияния предварительной деформации исходного материала ϵ на силовые параметры при высадке крепежных деталей были проведены моделирование и анализ технологических процессов изготовления болта со звездообразной головкой (рис. 1) и шестигранной гайки крепления колеса автомобиля (рис. 2) с помощью программного комплекса QForm2D/3D [3].

Технологический процесс изготовления болта состоит из четырех переходов (рис. 3).

После отрезки заготовки (рис. 3, а) на трех предварительных переходах производят операции редуцирования стержня, предварительной высадки головки болта и осадки фланца (рис. 3, б, в, г). На окончательном переходе штамповки производят формирование сложного профиля звездообразной головки (рис. 3, д).

Подготовку к моделированию выполняли путем задания следующих параметров процесса:

- геометрии исходной заготовки и рабочего инструмента по переходам;
- оборудования;
- смазочного материала;
- материала заготовки.

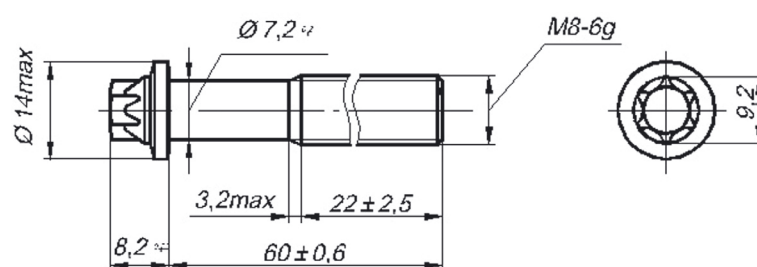


Рис. 1. Болт со звездообразной головкой

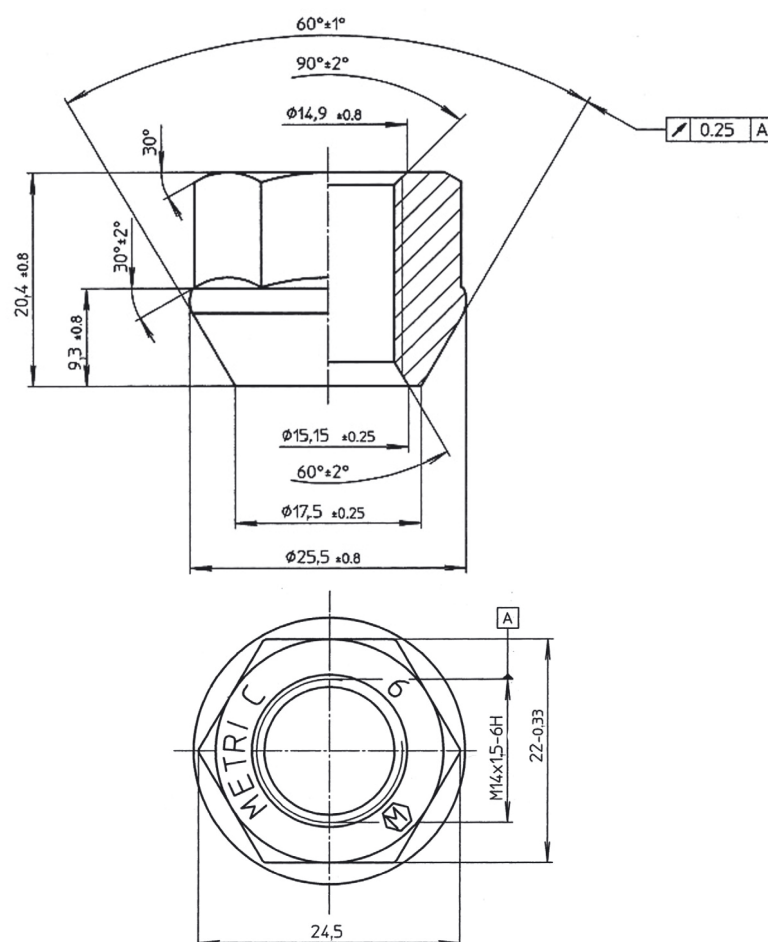


Рис. 2. Гайка крепления колеса автомобиля

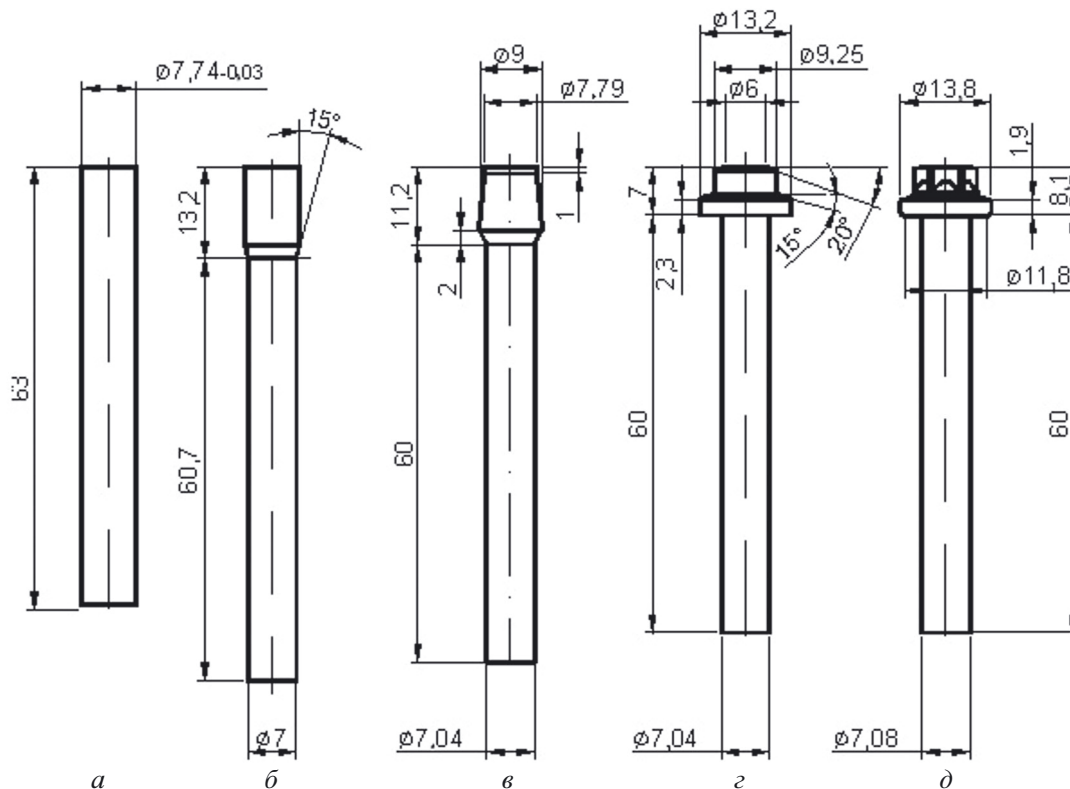


Рис. 3. Технологические переходы штамповки болта со звездообразной головкой

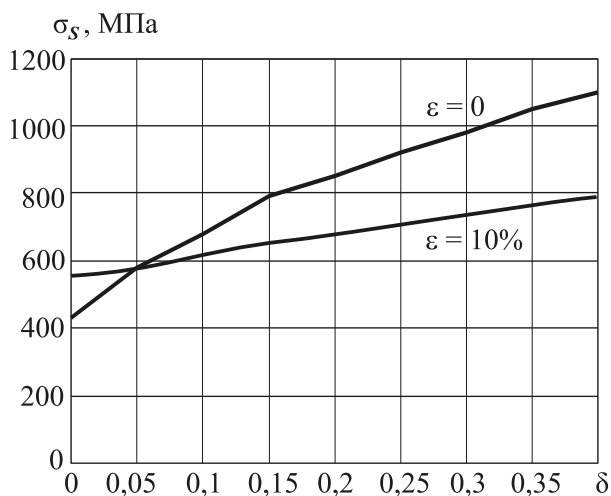


Рис. 4. Диаграммы деформирования стали 30Г1Р для двух исходных состояний материала

Материал – сталь 30Г1Р в двух исходных состояниях:

- предварительно недеформированное состояние (после сфероидизирующего отжига);
- предварительно деформированное состояние (степень деформации при волочении 10%).

При проведении моделирования использовали диаграммы деформирования стали 30Г1Р в отожженном и предварительно деформированном состоянии (рис. 4), полученные в результате

экспериментальных исследований, проведенных на кафедре «Машины и технология обработки металлов давлением» Уфимского государственного авиационно-технологического университета. Данные кривые были построены по результатам испытаний образцов на сжатие в координатах: напряжение текучести σ_s – логарифмическая деформация δ .

Технологический процесс изготовления шестигранной гайки состоит из пяти переходов (рис. 5). После отрезки заготовки (рис. 5, а) на двух предварительных переходах проводят осадку и получение наметок (рис. 5, б, в). На третьем переходе штамповки производят формирование внешнего шестигранного профиля гайки (рис. 5, г), а на четвертом – формирование конической части гайки (рис. 5, д). На окончательном переходе штамповки происходит пробивка отверстия и удаление перемычки (рис. 5, е).

Материал – сталь 20Г2Р в двух исходных состояниях: предварительно недеформированное состояние (после сфероидизирующего отжига) и предварительно деформированное состояние (степень деформации при волочении 10%).

На рис. 6 представлены кривые деформирования стали 20Г2Р. Диаграммы деформи-

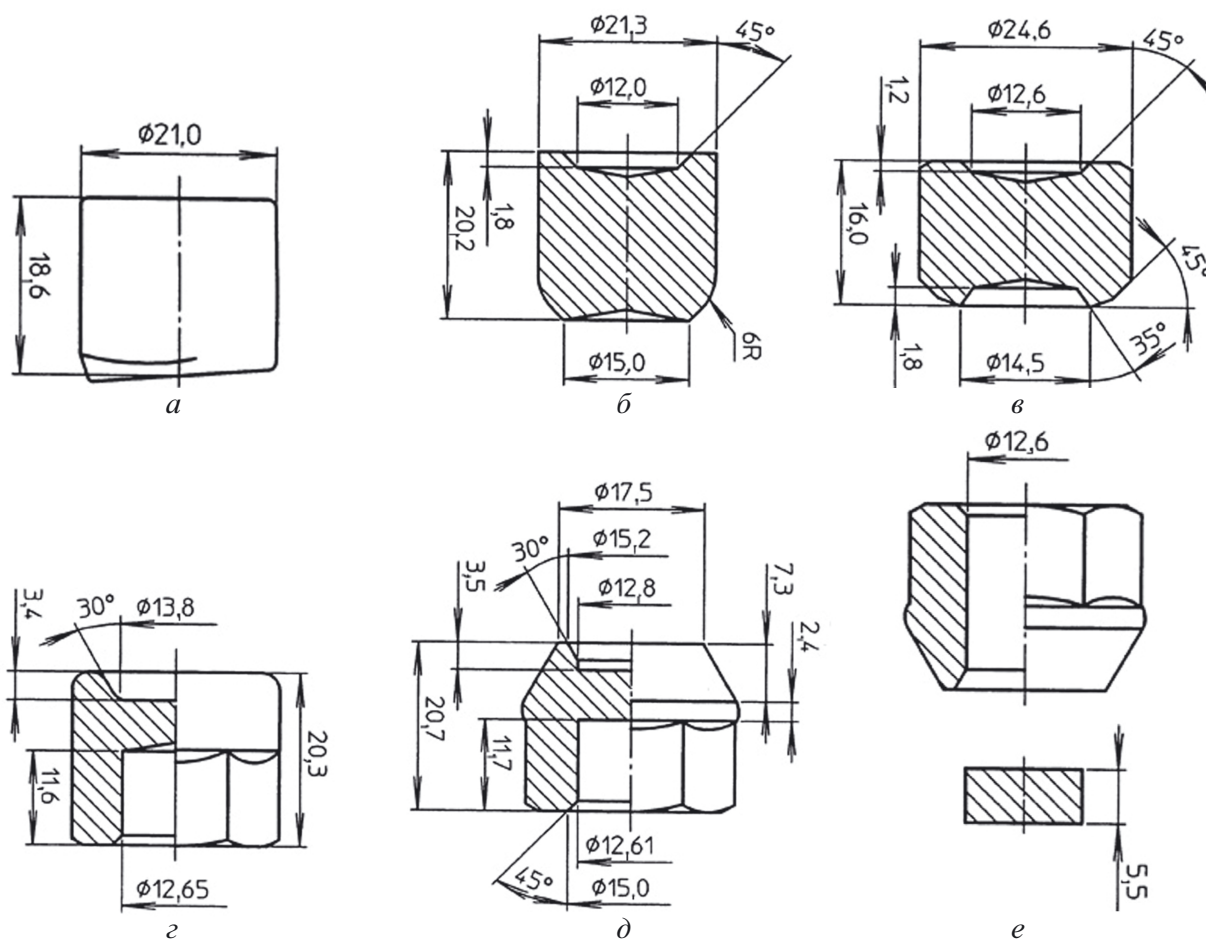


Рис. 5. Технологические переходы штамповки шестигранной гайки

рования данной стали также были построены по результатам испытаний образцов на сжатие.

Результаты моделирования

Как видно из графиков на рис. 7 и 8, сила штамповки болта на первом и четвертом переходах для двух вариантов предварительного состояния исходного материала различна.

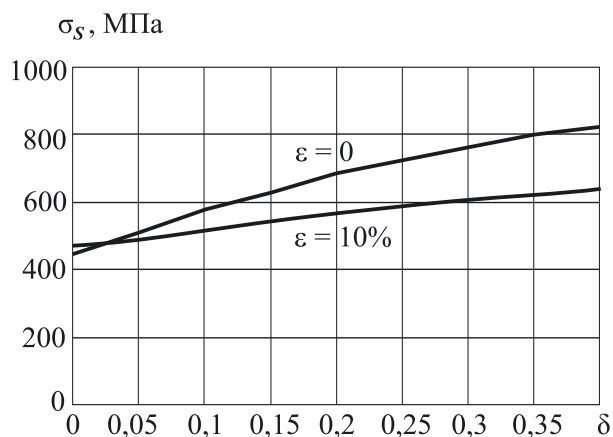
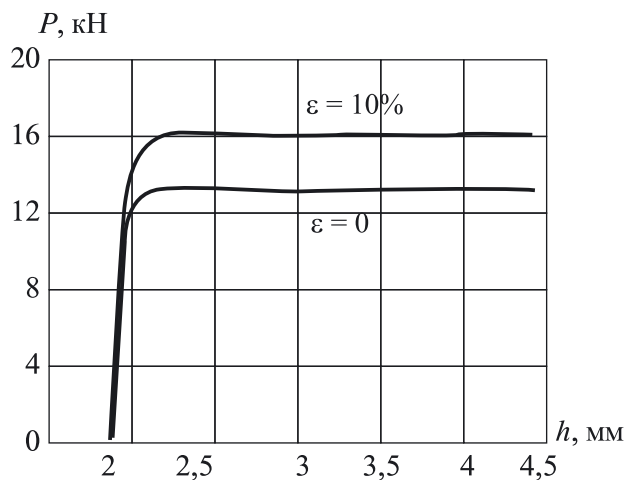


Рис. 6. Диаграммы деформирования стали 20Г2Р для двух исходных состояний материала

На первом переходе сила штамповки при высадке болта составила 16 кН и 14 кН при использовании предварительно недеформированного материала и при степени предварительной деформации 10% соответственно (см. рис. 7).

На четвертом переходе сила штамповки при высадке болта составила 160 кН и 120 кН при использовании предварительно недеформированно-

Рис. 7. Зависимость силы штамповки болта P на первом переходе от хода пуансона h для двух исходных состояний материала

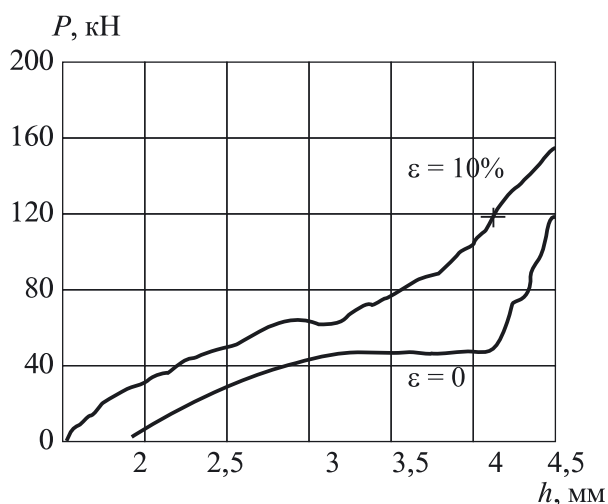


Рис. 8. Зависимость силы штамповки болта P на четвертом переходе от хода пуансона h для двух исходных состояний материала

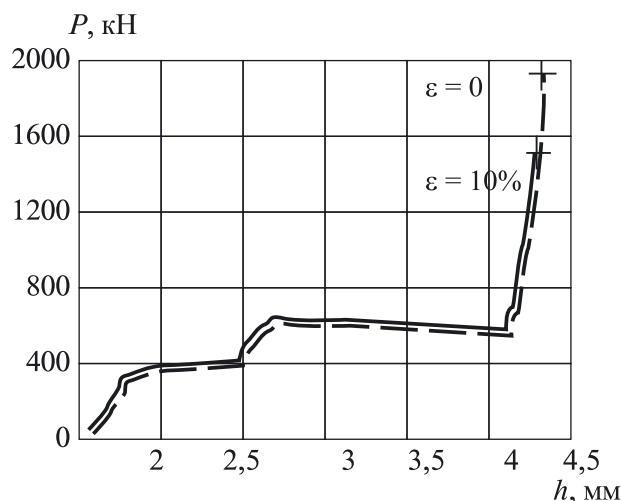


Рис. 9. Зависимость силы штамповки гайки P на третьем переходе от хода пуансона h для двух исходных состояний материала

го материала и при степени предварительной деформации 10% соответственно (см. рис. 8).

При этом суммарная требуемая сила деформирования составила 419 кН для случая использования предварительно недеформированного материала; при предварительной деформации исходного материала 10% суммарная требуемая сила деформирования была равна 326 кН.

На первом, втором и четвертом переходе высадки гайки силы штамповки были примерно одинаковыми для обоих случаев исходного состояния материала и составили 1300 кН, 1800 кН и 800 кН соответственно.

На третьем переходе сила штамповки составила 1950 кН и 1450 кН при использовании предварительно недеформированного материала и при предварительной деформации 10% соответственно (рис. 9).

Стоит отметить, что характер изменения силы штамповки P по ходу пуансона h для обеих случаев был одинаковым.

При этом суммарная сила деформирования составила 550 кН для случая предварительно недеформированного материала и 500 кН для случая предварительной деформации 10%.

Можно отметить, что полученные результаты компьютерного моделирования являются предварительными и требуют дальнейшей экспериментальной проверки.

Заключение

1. В результате проведенного компьютерного моделирования установлено, что суммарная сила штамповки болта из стали 30Г1Р в предварительно деформированном состоянии со

степенью деформации 10% уменьшается примерно на 20% по сравнению с предварительно недеформированным состоянием.

Установлено также, что суммарная сила штамповки гайки из стали 20Г2Р в предварительно деформированном состоянии со степенью деформации 10% уменьшается примерно на 10% по сравнению с предварительно недеформированным состоянием.

2. Снижение требуемой силы деформирования при холодной объемной штамповке крепежных деталей при использовании исходного материала в предварительно деформированном состоянии приводит к снижению нагрузок на штамповочный инструмент, что в несколько раз может повысить стойкость инструмента.

3. Проектирование технологических процессов холодной объемной штамповки крепежных изделий с помощью систем автоматизированного проектирования позволяет значительно сократить время на необходимые технологические расчеты и проверку технологии.

Список литературы

1. РД 37.002.0465-85. Холодная объемная штамповка специальных крепежных и фасонных деталей. Технологические процессы и инструмент. – Горький, 1986.
2. Деформация материала в головке болта при холодной высадке / Кошелев О.С., Галкин В.В., Кудрявцев и др. // Заготовительные производства в машиностроении. 2008, № 1, с. 34-37.
3. QFORM 2D/3D. Программа моделирования объемной штамповки. Версия 4.1. 3D расчет. – М.: ООО «КванторФорм», 2006.