

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ
ПОЛУЧЕНИЯ ФАСОННЫХ УТОЛЩЕНИЙ НА КОНЦЕВЫХ
УЧАСТКАХ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ РАЗМЕРНОГО РЯДА
ДИАМЕТРОВ 16–40 МИЛЛИМЕТРОВ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА
ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

А. С. Хохлов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Я. И. Радькин

На сегодняшний день единственным способом механического резьбового соединения арматурных стержней, допущенным к применению на территории Республики Беларусь, является система муфтового соединения, которая позволяет частично исключить стыки на ванной сварке, вязку арматуры и заменить их на муфтовые соединения арматурных стержней.

Цель работы – провести исследования для определения рабочих режимов получения утолщений на концах арматурных стержней 16–40 мм, используемых для последующей нарезки резьбового соединения.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- разработать адекватную численную модель процесса холодной высадки концов арматуры;
- провести ряд численных экспериментов;
- определить усилия, необходимые для высадки концов арматуры и удержания арматурного профиля в прессовочном агрегате.

Разработка адекватной численной модели процесса холодного прессования концов арматуры выполнялась в следующей последовательности: разработка геометрической модели процесса; построение конечно-элементной сетки; выбор формулировки для решения задачи; задание граничных и начальных условий; расчет параметров прессования и их сравнение с параметрами, взятыми с реального процесса.

Полученная трехмерная геометрическая модель процесса холодного прессования концов арматуры представлена на рис. 1.

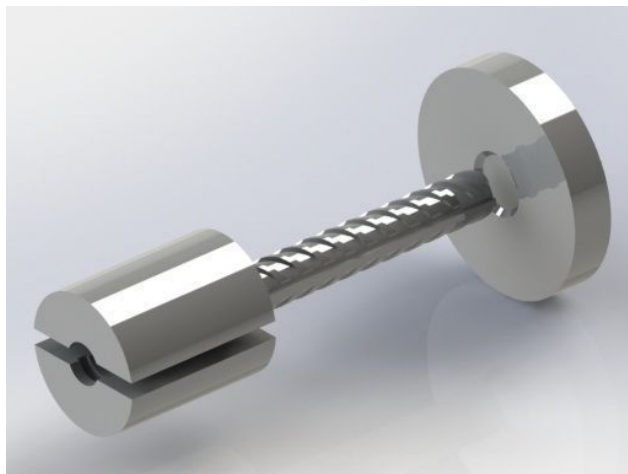


Рис. 1. Трехмерная модель процесса холодного прессования концов арматуры

Для построения конечно-элементной сетки геометрическая модель заготовки разбивается на конечные элементы. Задача численного расчета сводится к определению температурного и напряженно-деформированного состояния заготовки при комбинированном воздействии на нее сил со стороны валков и оправки.

Для решения задачи численного моделирования выбрана формулировка Лагранжа–Эйлера, которая позволяет обеспечить требуемую точность и корректность результатов при моделировании процессов связанных с большими величинами деформаций.

Для материала черновой трубы принимается упругопластическая модель Мизеса, включающая деформационное пластическое упрочнение и эффект Боушингера.

При моделировании процесса были приняты следующие допущения:

- материал деформируемого тела (заготовки) – изотропный, сплошной, несжимаемый, пластичный;
- пуансон и прижимы были приняты абсолютно жесткими телами;
- вся заготовка нагрета по объему до температуры 20 °С;

- температура инструмента в процессе прессования постоянна;
- заготовка связана с прижимами жесткой заделкой;
- усилие прижимов определяется как величина, обратная усилию, действующему со стороны заготовки на стенки прижимов в процессе прессования.

Исследовались профили арматуры № 16, № 25, № 32 и № 40. Схема процесса представлена на рис. 2.

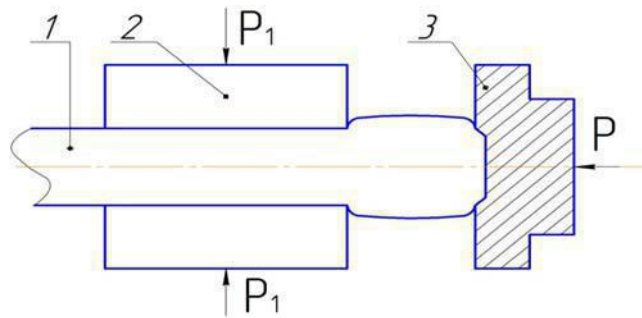


Рис. 2. Схема процесса холодного прессования концов арматуры:
 1 – арматура; 2 – прижимы; 3 – пуансон; P – усилие прессования;
 P_1 – усилие прижимов

После окончания прессования конец арматуры имеет бочкообразную форму (рис. 3). Необходимо снять часть металла, чтобы получить на конце арматуры цилиндр диаметром d и длиной l для последующей нарезки резьбы.



Рис. 3. Арматура после прессования

В результате моделирования определены усилия прессования и прижимов, а также геометрические размеры цилиндров для нарезки резьбы (таблица).

Результаты численного моделирования

Номер арматуры	Усилие прессования, кН	Усилие прижимов, кН	Длина участка l , мм	Диаметр участка d , мм
16	210	45	22–25	17–19
25	451	112	22–23	25–26
32	824	132	24–25	33–34
40	1290	192	24–25	40–42

На рис. 4 представлены картины распределения напряжений в заготовке в процессе прессования арматуры.

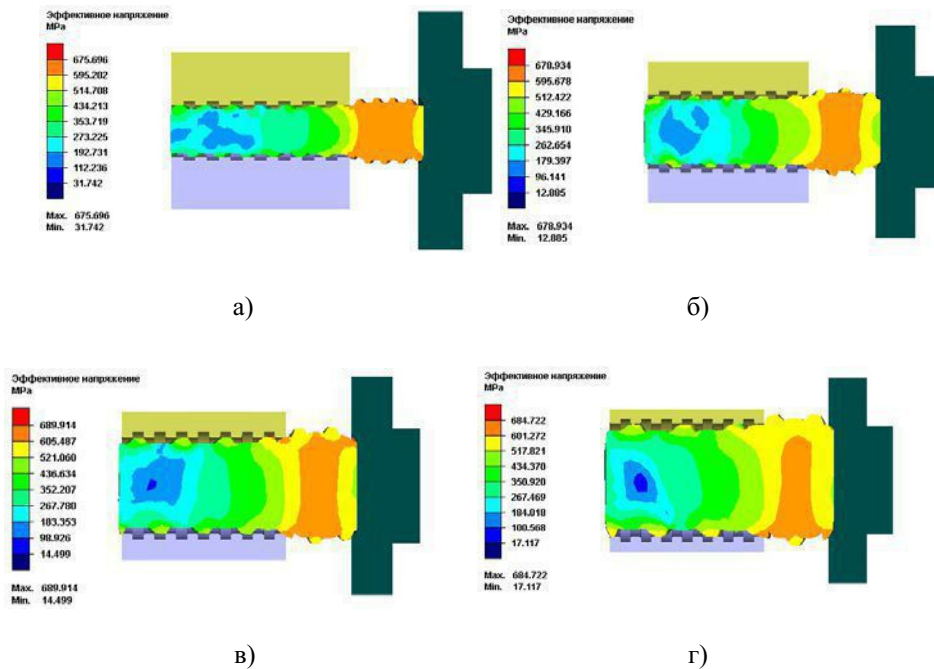


Рис. 4. Распределение напряжений при прессовании арматуры:
 а – арматурный профиль № 16; б – арматурный профиль № 25;
 в – арматурный профиль № 32; г – арматурный профиль № 40

Из распределений напряжений в очаге деформации при формировании утолщения плитой с углублением для фаски (рис. 4) следует, что очаг деформации нагружен относительно неравномерно. Это говорит о том, что прессование плоским инструментом, даже при наличии центрующей фаски, отличается нестабильностью пластического течения металла в очаге деформации. Поэтому преимущество этого вида пуансона состоит только в возможности организовать центрирование торца при его обработке давлением и в формировании фаски для захода резьбы для исключения этой операции в последующей операции нарезания резьбы.

В данной работе были получены следующие результаты:

- впервые разработана численная модель холодного прессования концов арматуры;
- на основании выполнения виртуального процесса высадки с помощью адекватной численной модели определены усилия, необходимые для прессования концов арматуры и удержания арматурного профиля в прессовочном агрегате.