

УДК 621.777.07

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ QFORM ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЕСС-ШАЙБЫ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЦИКЛА ОБРАБОТКИ

Кирилл Владимирович Рожков

*Студент 4 курса,  
кафедра «Технология и оборудование трубного производства»,  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».*

*Научный руководитель: Ефремов Д.Б.,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование трубного  
производства»*

### **Моделирование процесса прессования с применением комбинированной пресс-шайбы:**

Главной целью процесса моделирования ставится здесь анализ процесса прессования с пресс-рубашкой с использованием пресс-шайбы, совмещённой с зачистным диском. Это позволит совместить операцию прессования с операцией зачистки полости контейнера.

Для оптимизации конструкции комбинированной пресс-шайбы необходимо учитывать:

1. Особенности течения металла в зазор и динамику процесса заполнения магазина металлом.
2. Механические нагрузки в инструменте, в частности, в пресс-шайбе.
3. Кинематику движения поверхностных слоёв металла в рабочий канал матрицы.

При моделировании изменялась геометрия магазина комбинированной пресс-шайбы, величина зазора между контейнером и пресс-шайбой.

Расчет проводился в вычислительной среде QForm2D применительно к условиям прессования круглого прутка из круглого слитка. В качестве исходных данных при моделировании были приняты следующие величины:

Длина исходной заготовки	400 мм
Диаметр исходной заготовки	300 мм
Диаметр контейнера	320 мм
Диаметр прессуемого прутка	100мм
Сталь инструмента	5ХНМ
Марка сплава заготовки	С79900(ASTM)
Температура инструментов	400°С
Температура заготовки	850 °С
Скорость прессования	100 мм/с

Ниже приведены некоторые результаты QForm-моделирования кинематики процесса прессования с использованием комбинированных пресс-шайб разной конструкции. В этих условиях поверхностные слои заготовки имеют возможность частично выдавливаться в кольцевой зазор между деталями инструмента («прессование с рубашкой»).

Изменялась величина кольцевого зазора, варьировалась геометрия полости, т.е. «магазина», в которую выдавливался заусенец, исследовались различные стадии процесса прессования.

При большом зазоре и малых размерах магазина полость заполнялась уже в начальной стадии прессования. При малом зазоре процесс выдавливания дефектных поверхностных слоёв в магазин не был достаточно интенсивным, а полость магазина оставалась незаполненной до конца хода инструмента.

На завершающих стадиях процесса прессования в представленных ниже моделях процесса (рисунки 1-6) наблюдался, как и в реальных условиях, отрыв прессуемого металла от поверхности пресс-шайбы, т.е. образование центральной пресс-утяжины. В этот же момент, как это не парадоксально, происходил резкий рост максимальных эквивалентных напряжений в зоне шейки пресс-шайбы.

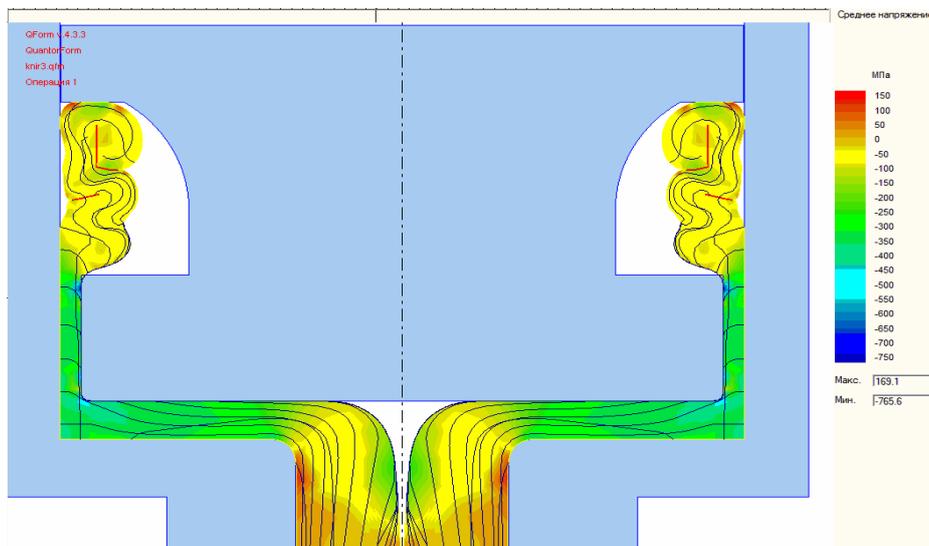


Рисунок 1 – Кинематика течения металла заготовки при конечном положении пресс-шайбы с пресс-остатком 25 мм

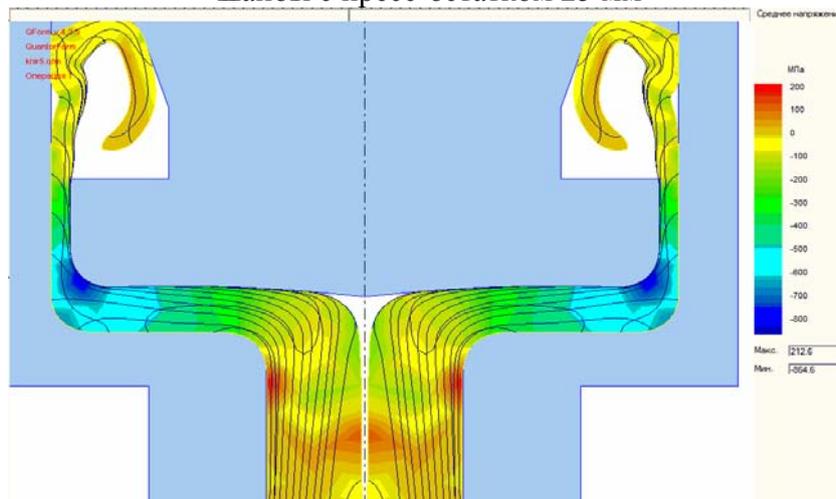


Рисунок 2 – Кинематика течения металла заготовки при конечном положении инструмента с пресс-остатком 30 мм.

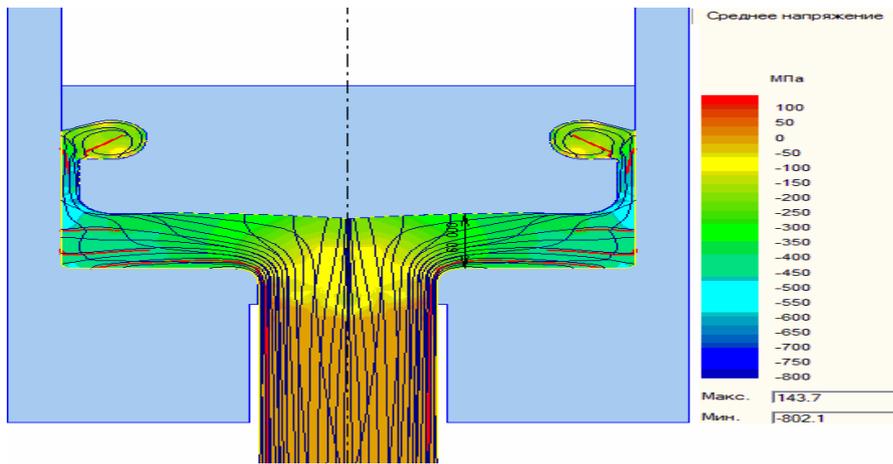


Рисунок 3 – Кинематика течения металла заготовки при конечном положении инструмента с пресс-остатком 60 мм.

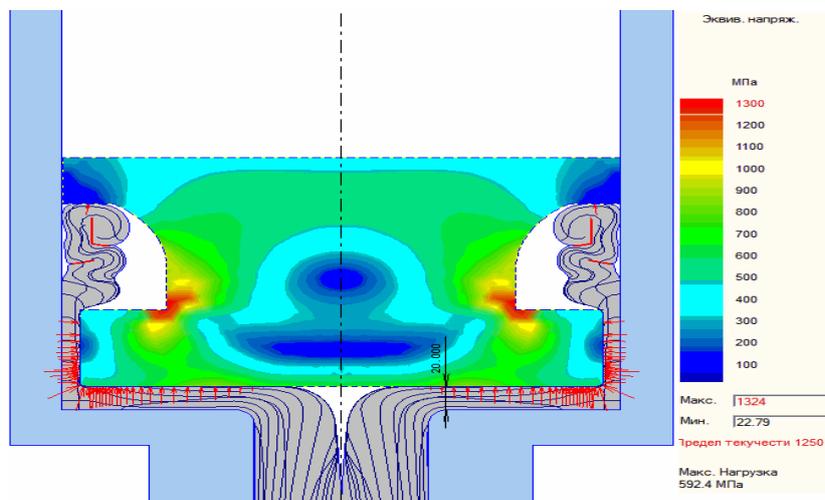


Рисунок 4 – Кинематика течения металла и эквивалентные напряжения в пресс-шайбе при пресс-остатке 20 мм

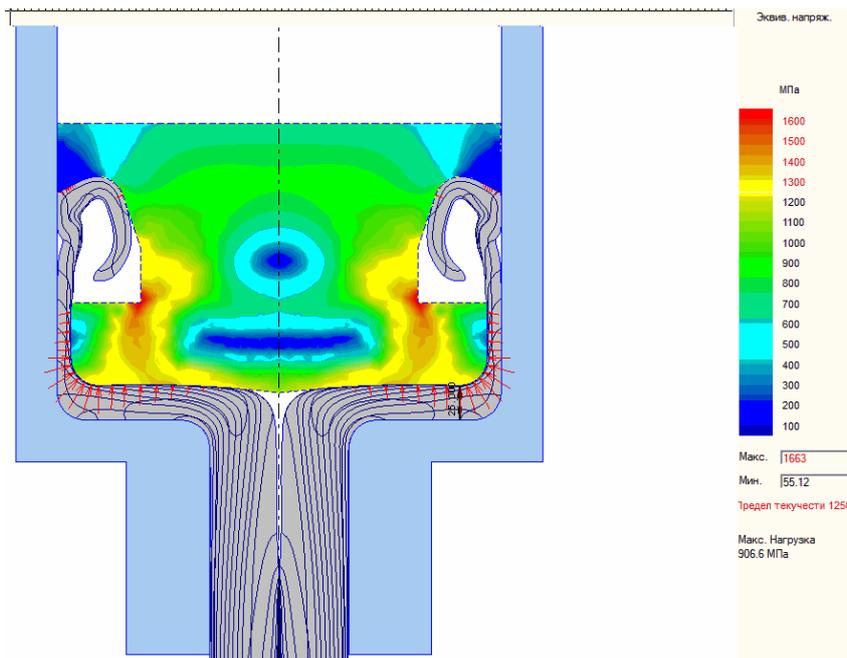


Рисунок 5 – Кинематика течения металла и эквивалентные напряжения в инструменте при пресс-остатке 30 мм.

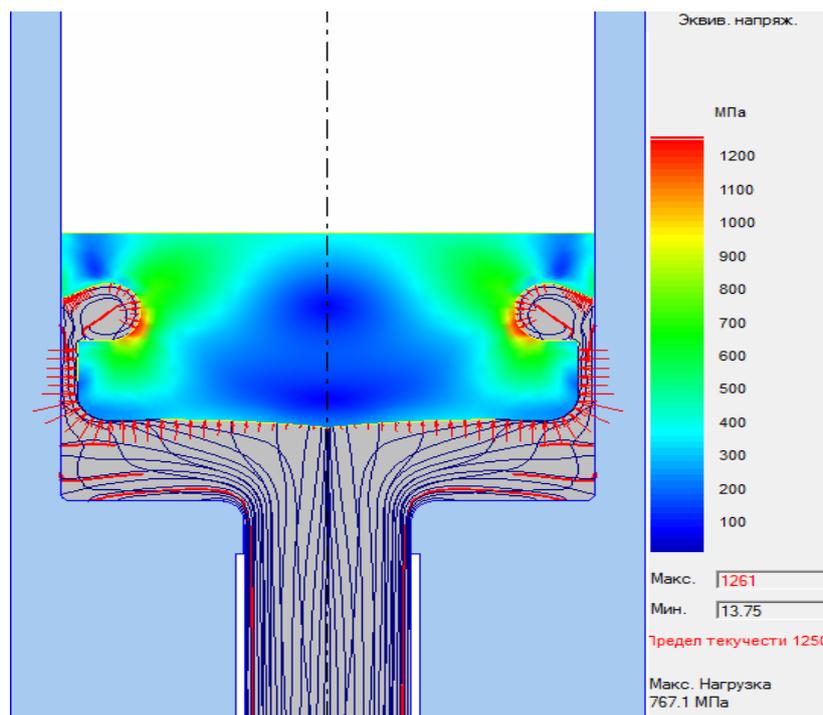


Рисунок 6 – Кинематика течения металла и эквивалентные напряжения в инструменте при пресс-остатке 60 мм.

Изучены типовые циклограммы современных горизонтальных прессов, применяемых для прессования тяжелых цветных сплавов/1/. Наличие данных по длительности, как основных, так и вспомогательных операций даёт возможность оценить эффективность использования комбинированной пресс-шайбы для повышения производительности традиционного способа прессования с рубашкой с применением зачистных дисков и дополнительных операций по удалению пресс-рубашки и диска.

**Типовые операции прямого прессования тяжелых цветных сплавов с использованием зачистного диска**

№	Технологические операции	Длительность в секундах	Примечание
1	Разворот устройства загрузки заготовок	3	Загрузка заготовки и пресс-шайбы
2	Выдвижение пресс-штемпеля	4	Сдвиг заготовки с пресс-шайбой к матрице
3	Отвод загрузчика слитков	2	Положение загрузки
4	Подача пресс-штемпеля	2	Осадка, распрессовка слитка
5	Отвод пресс-штемпеля	2	Удаление воздуха

6	Прессование пресс-штемпелем	8	Прессование
7	Снятие нагрузки	2	Сброс давления в главном цилиндре
8	Смещение контейнера и пресс-штемпеля	6	
9	Отделение пресс-изделия	3	Контролируемое удаление пресс -изделия
10	Разворот загрузчика и подача зачистного диска на ось прессы	5	Подготовка удаления пресс-рубашки из полости контейнера
11	Зачистка контейнера	6	Подача зачистного диска через полость контейнера
12	Выталкивание пресс-остатка, рубашки и диска	3	
13	Удаление пресс-остатка, рубашки, пресс-шайбы. Отвод пресс-штемпеля, контейнера, замена матрицы	12	Возврат инструмента в исходное положение
14	Смазка матрицы	6	

Из приведённых выше результатов моделирования, с использованием реологических данных сплавов-аналогов, приведённых в /2/, можно предположить, что ряд операций при прессовании с пресс-рубашкой может быть отменён. Следует отметить, что в приведённом списке операций вспомогательные операции 8, 10 и 11, связанные с необходимостью удаления пресс-рубашки, имеют общую продолжительность, равную 17 секундам при полном времени цикла 64 секунды.

**Результаты и выводы:**

- Изучены циклограммы работы современных горизонтальных прессов для прессования изделий из тяжелых цветных сплавов, производительность этого оборудования заметно сдерживается большим временем вспомогательных операций. Сокращение времени цикла при использовании комбинированных пресс-шайб оптимальной конструкции позволит повысить производительность прессы на 20-30%.
- На основе моделирования в среде QForm исследована работоспособность различных вариантов комбинированных пресс-шайб, конструктивно интегрированных с зачистным диском. Исследовано как течение прессуемого металла на разных стадиях процесса прессования, так и поля эквивалентных напряжений в инструменте.
- Установлено, что наиболее нагруженная зона расположена в шейке комбинированной пресс-шайбы, в кольцевой полости магазина. Определяющими факторами, влияющими, как на прочность этой детали, так и на характер течения металла поверхностных слоёв металла, является величина рабочего зазора в передней части пресс-шайбы, а также глубина полости для приёма пресс-рубашки.

- Наличие кольцевого зазора между пресс-шайбой и контейнером несколько отодвигает момент начала образования пресс-утяжин. При снижении пресс-остатка ниже 40мм (контейнер диаметром 320 мм, пруток диаметром 100 мм) начинается затягивание поверхностных слоёв торца заготовки в тело прессуемого изделия.
- По достижении величины пресс-остатка менее 30-40 мм также резко растут эквивалентные напряжения в инструменте, которые достигают критических значений в шейке исследуемой пресс-шайбы.
- Применение комбинированной пресс-шайбы требует жесткого контроля за моментом окончания рабочего хода пресса. Конструктивные размеры пресс-шайбы следует оптимизировать применительно к конкретным условиям процесса прессования, учитывая, в частности, тот или иной коэффициент вытяжки, вид смазки, температуры металла и инструмента.

#### **Литература.**

1. Баузер М., Зауер Г., Зигерт К. Прессование. Справочное руководство.- Пер с немецкого по лицензии издательства AluminiumVerlagMarketing&KommunikationGmbH: «АЛЮСИЛ МВнТ», М. 2009. – 918 с.
2. Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов: Справочник.– М.: Металлургия, 1983. –352 с.