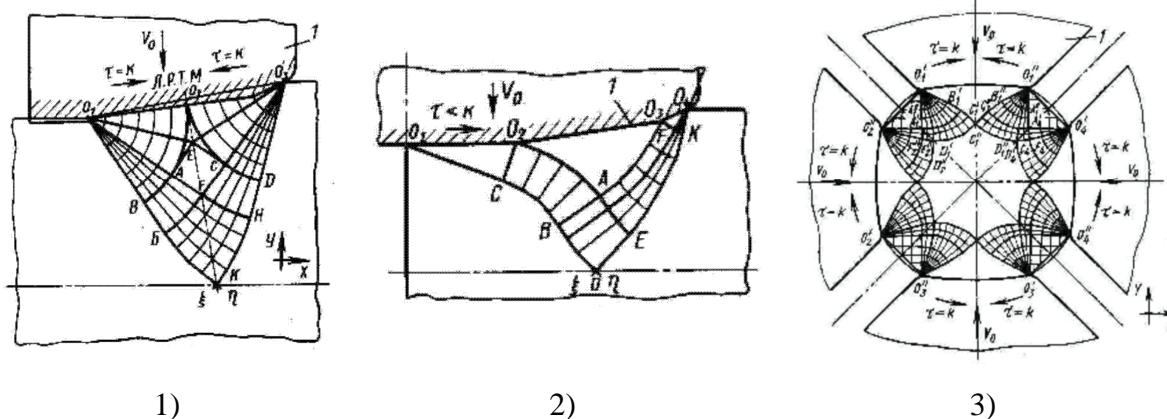


Возможностьковки на РОМ высоколегированных сталей и сплавов

Ковка на радиально – обжимных машинах имеет ряд преимуществ: высокая точность получаемых изделий, возможность достижения высоких суммарных обжатий без разрушений, более высокая производительность по сравнению с традиционными способами ковки на прессах и молотах и др. Наряду с этими достоинствами данный процесс обладает рядом особенностей. Так течение металла характеризуется ярко выраженным движением в продольном направлении и слабо – в радиальном, а за единичное обжатие происходит относительно малая деформация металла. Совместно эти особенности создают схему напряженно – деформированного состояния, при которой прекрасно прорабатывается поверхностные слои металла, но в центральной области может практически отсутствовать пластическая деформация. При этом возникает недостаточная проработка осевой части поковки, без разрушения литой структуры металла. Наглядное отображение этого может дать использование метода линий скольжения, рис. 1 [1].



1), 2) – продольное сечение поковки, 3) – поперечное сечение поковки

Рис. 1. Поля линий скольжения

Как видно из рисунка, пластические деформации практически не проникают в осевую зону.

Обойти подобную особенность можно различными способами, например, увеличив обжатие за проход. Однако подобный подход ограничивается как конструкцией РОМ, так и свойствами обрабатываемого металла: если малолегированные углеродистые стали и

сплавы могут выдержать подобную обработку без образования дефектов, то у поковок из высоколегированных марок, ввиду их малой пластичности, велик шанс возникновения трещин, разрывов и т.д.

Другим решением данной проблемы является применение сочетания определённых деформационно – скоростных параметров процессаковки совместно с особой формой рабочего инструмента. При этом происходит увеличенное течение металла к центру поковки и в осевой зоне возникают напряжения, превышающие предел текучести, но ниже напряжения прочности данного металла, что обеспечивает пластическую деформацию и, как следствие, проработку литой структуры. Следует отметить, что данные напряжения должны быть ниже предела прочности материала, иначе также могут возникнуть дефекты.

Для проверки данной теории было проведено моделирование операцииковки на РОМ в инженерном программном комплексе DEFORM – 3D. Сначала в редакторе SolidWorks были созданы модели бойка, заготовки и удерживающего манипулятора, которые далее были собраны в сборку моделей. После чего данная сборка импортировалась в DEFORM, рис 2.

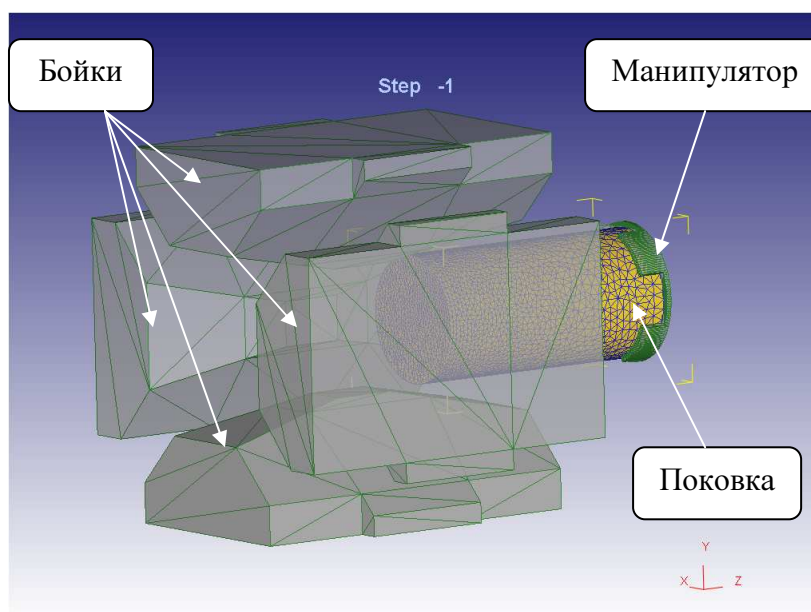


Рис. 2. Сборка моделей, импортированная в DEFORM

Для заготовки тип объекта был установлен как пластическое тело (при этом отсутствует упругая составляющая в напряженно – деформационном состоянии материала), рабочий инструмент моделировался в виде абсолютно жёстких тел. На основе справочных данных [2] заготовке были заданы реологические свойства стали

ХН56ВМТЮ. Сама модель поковки была разбита на конечно – элементную сетку, с элементами различного размера: непосредственно в очаге деформации сетка была намеренно сгущена. Температура начала деформации принималась одинаковой по всей заготовке и составляла 1150 °С.

Далее производилось задание возвратно – поступательного движения бойков, при этом использовалась модель движения кривошипного прессы (механический пресс в обозначении DEFORM), как наиболее близкая к РОМ. Перемещение манипулятора складывалось из двух компонент: продольной, с определённой скоростью, изменяя которую можно изменять величину подачи и переменного вращательного движения, моделирующего кантовку заготовки. Кантовка осуществлялась во время развода бойков и останавливалась на время деформирования металла. Подобное движение позволило избежать нежелательного скручивания заготовки вокруг продольной оси. Моделированиековки продолжалось до наступления установившейся фазы процесса, когда заготовка полностью проходила заходной конус и плоскую часть бойков.

По окончании расчёта в Постпроцессоре DEFORM производился анализ полученных данных. На модели наносился продольный осевой разрез позволяющий оценить внутреннее напряженно – деформационное состояние. Для более точной оценки дополнительно был задан ряд точек, в которых также определялось НДС. Точки располагались в осевой зоне на различном удалении от торца поковки, рис 3.

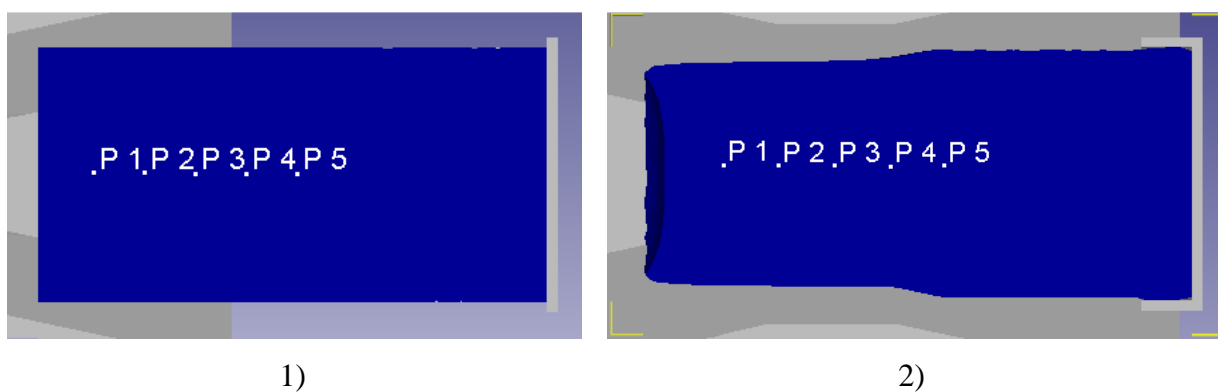
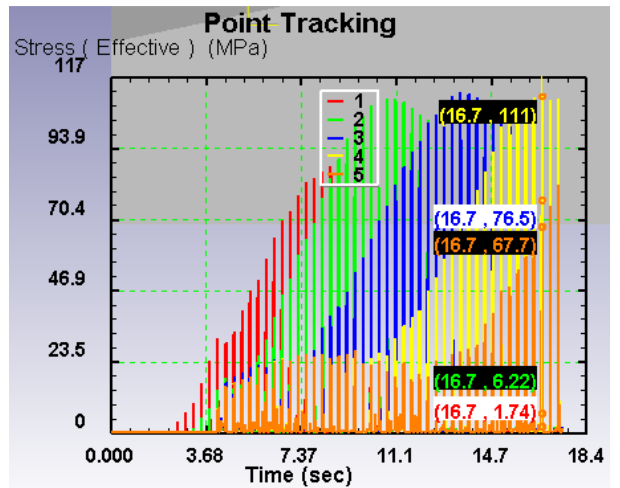
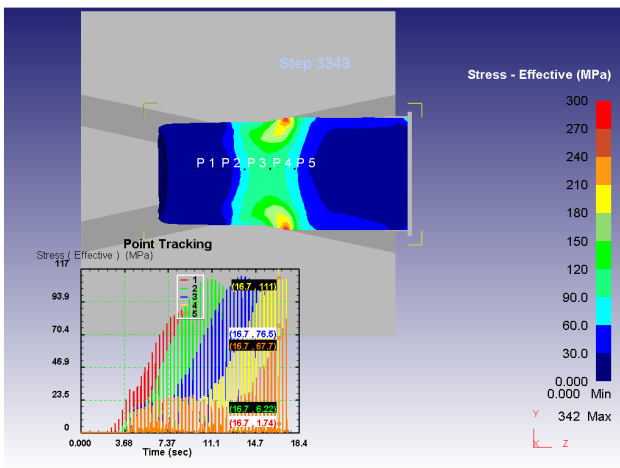
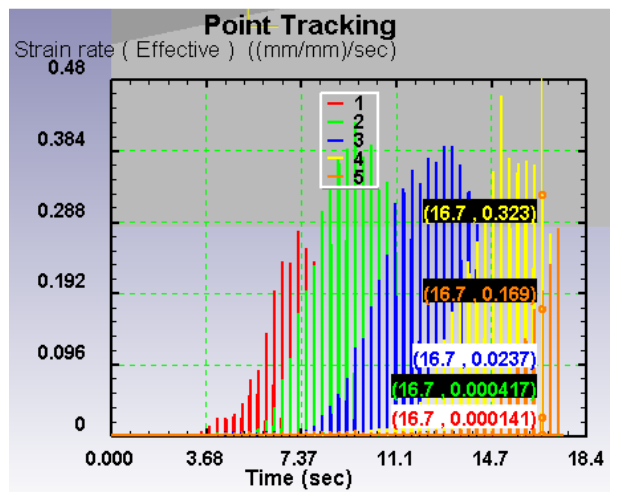
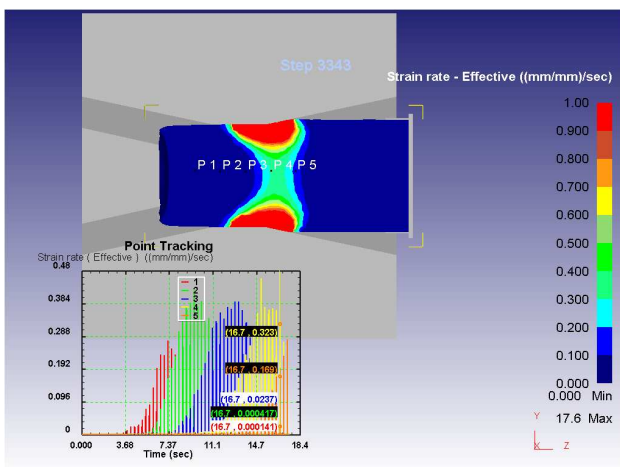


Рис. 3. Расположение контрольных точек:
1 – до деформирования; 2 – после деформирования

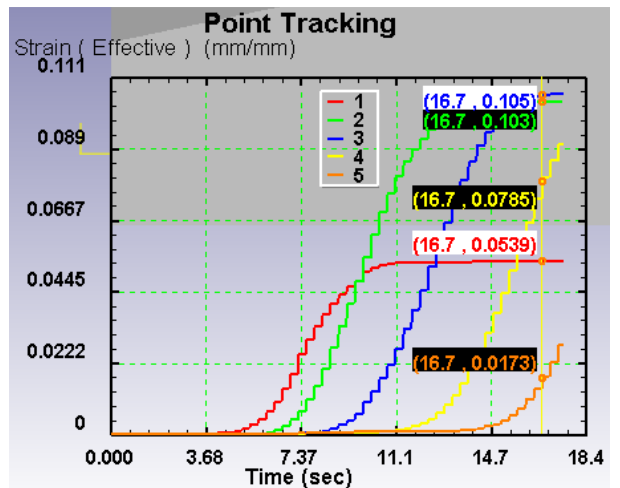
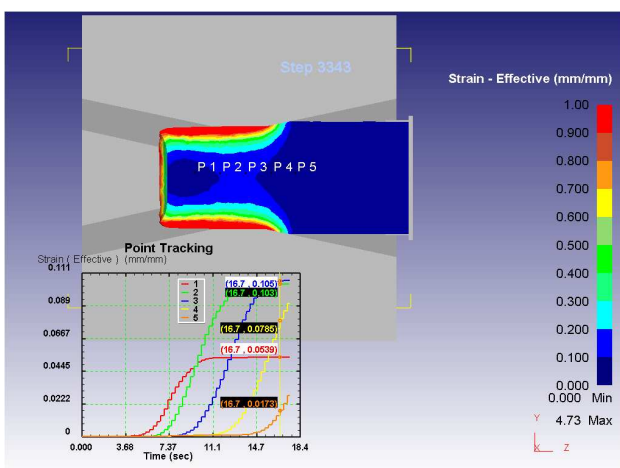
Результаты моделирования приведены на рис. 4. Для оценки напряженно – деформационного состояния металла поковки были исследованы следующие параметры: интенсивность напряжений, скорость деформаций, интенсивность деформаций.



1)



2)

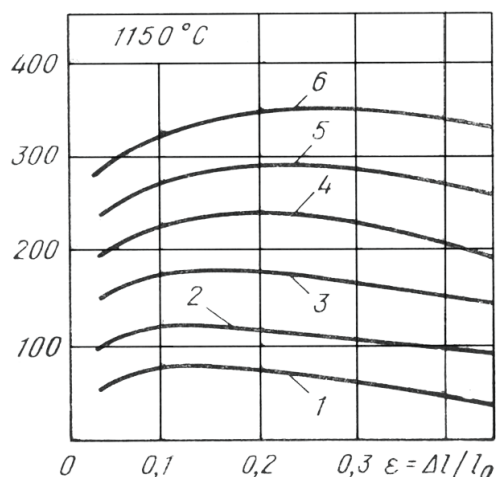


3)

Рис. 4. Значения интенсивности напряжений (1), скорости (2) и интенсивности деформаций (3) в контрольных точках

Как видно из рисунка 4 (1, 2), значения интенсивности напряжений в контрольных точках в осевой зоне при установившемся процессе ковки составляют порядка 110 МПа

Из справочных данных [2] можно определить значения предела текучести стали ХН56ВМТЮ при температуре 1150 С°, рис 5.



Скорость деформации: 1 – 0,01; 2 – 0,5; 3 – 1; 4 – 10; 5 – 50; 6 – 100 с⁻¹

Рис. 5. Кривые деформационного упрочнения стали ХН56ВМТЮ

Интерполировав можно определить предел текучести стали равным порядка 90 МПа. Таким образом, можно судить о возникновении пластической деформации в осевой зоне. Это также согласуется со значениями интенсивности деформаций, которые по данным DEFORM в осевой зоне составляют порядка 0,1, рис 4 (3). При этом следует отметить, что в передней части заготовки имеется область, где значения деформации достигают более низких значений. Подобная картина связана с вышеописанной особенностью течения металла преимущественно в продольном направлении, а также тем, что при начальной стадии процесса передняя часть поковки относительно быстро проходит заходной конус и основная деформация проходит на плоском участке бойка.

По итогам моделирования можно сделать вывод, что применение оптимальных деформационно – скоростных параметров процесса ковки совместно с формой рабочего инструмента позволяет добиться проработки литой структуры металла при ковке на радиально – обжимных машинах по всему сечению заготовки, тем самым повышая качество поковок из высоколегированных сталей и сплавов.

Библиографический список

1. Ковка на радиально-обжимных машинах/ В.А. Тюрин, В.А. Лазоркин, И.А. Поспелов и др.; Под общей ред. В.А. Тюрина. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.: ил.
2. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов. Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. М., «Металлургия», 1976. 488 с.