

УДК 621.777

ШТАМПОВКА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОКОВОК ТИПА «СТАКАН» МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАННОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ.

Денищев Тимофей Вячеславович

аспирант 1 года обучения, очная форма

*Российская федерация, г. Москва, Московский Государственный
Технический Университет им. Н.Э.Баумана, Кафедра МТб*

Научный руководитель: Коробова Н.В.

Кандидат технических наук, доцент кафедры МТб

Современное машиностроение развивается по следующим направлениям:

ресурсосбережение, содержащее в себе экономию трудозатрат, металла, электроэнергии и т.д.;

повышение качества получаемых изделий, зависящего от точности используемых заготовок, оптимальных технологических режимов и точности настройки оборудования;

конкурентоспособность, заключающаяся в улучшении товарного вида изделий, экологичности технологий и себестоимости деталей.

Непрерывно усложняющиеся конструкции машин и оборудования, а также применения новых материалов для изготовления деталей, требуют совершенствования технологий, в том числе и в обработке металлов давлением.

Значительную часть продукции отрасли составляют корпусные поковки типа «стакан». Типовыми деталями, получаемыми из таких поковок, являются снаряды, пневмоцилиндры, гидроцилиндры и другие баллоны, трубы, клапаны, втулки, изделия нефтяной промышленности и другие детали.

Корпусные поковки типа «стакан» в настоящее время получают различными методами обработки металлов давления: листовой штамповкой, холодной, полугорячей, горячей и комбинированной объемной штамповкой. Наиболее распространенным процессом изготовления корпусных поковок типа «стакан» является технологический процесс, основанный на операции обратного выдавливания.

При этом одной из основных проблем является точность получаемых поковок: появление разностенности при операциях штамповки. В статье рассматривается вопрос получения крупногабаритных поковок типа «стакан» методом комбинированного выдавливания, позволяющим уменьшить разностенность.

Большинство изделий в настоящее время изготавливают, применяя технологический процесс, основанный на операции обратного выдавливания. И одним из главных недостатков этого технологического процесса является разностенность получаемого стакана. На ее возникновение влияет ряд причин: степень подготовки торцевой поверхности заготовок после отделения штучной заготовки от прутка перед нагревом, режимы нагрева и вид нагревательного оборудования, степень жесткости хода прессового оборудования (несоосность), неравномерность температурного поля на контакте нагретой заготовки и менее нагретого инструмента. Типовой технологический процесс изготовления:

1-ая операция – нагрев под отрезку заготовки, оборудование – печь газовая камерная, $T_H=600^{\circ}\text{C}$;

2-ая операция – отрезка от прутка, оборудование – пресс ножницы;

3-ая операция – нагрев под штамповку, оборудование – печь газовая камерная, $T_H=1200^{\circ}\text{C}$;

4-ая операция – осадка с фасонированием, оборудование – гидравлический пресс, $P_H=5\text{МН}$;

5-ая операция – выдавливание (обратное), оборудование – гидравлический пресс, $P_H=6,3\text{МН}$;

6-ая операция – обрезка, оборудование – токарный станок.

На рисунке 1 представлена схема, применяемая большинством производителей сегодня. В матрицу 3 устанавливается заготовка 2. На пер-

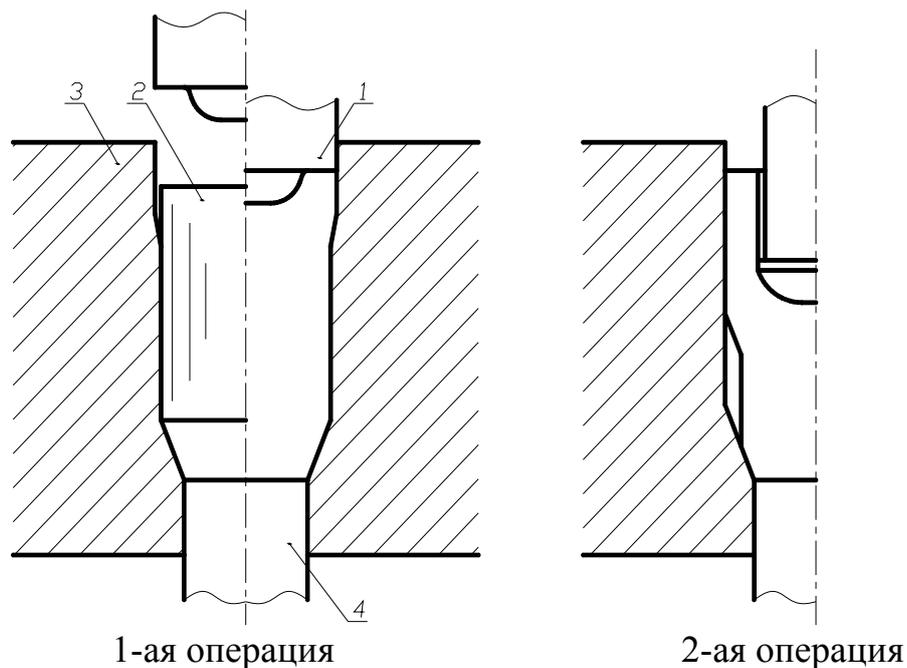


Рис. 1. Схема обратного выдавливания.

вой операции главный пуансон 1 осуществляет формовку заготовки с фасонированием. С помощью выталкивателя 4 она удаляется из матрицы. На второй операции подготовленная заготовка устанавливается в матрицу и с помощью главного пуансона осуществляется обратное выдавливание поковки.

В связи с недостатками существующих технологических процессов изготовления поковок типа «стакан» имеется тенденция к усовершенствованию технологии. Основное внимание в новизне технологического процесса уделено операции выдавливания стакана. Изменение включает в себя использование работы [1], а также использование в этой же операции схемы М. Куноги, показанной на рис. 2.

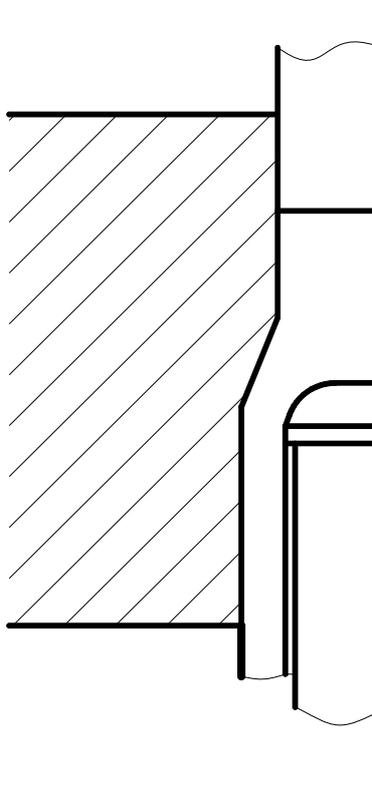


Рис. 2. Схема Куноги.

Достоинством схемы М. Куноги является существенно снижение силы выдавливания благодаря рациональному сочетанию двух формоизменяющих операций. В одном и том же переходе выдавливается стакан с большей, чем в конечном изделии толщиной стенки и производится его раздача с утонением стенки и с обеспечением подпора со стороны матрицы. В предлагаемой схеме, рис. 3, вначале осуществляется комбинированное выдавливание (которое проходит всегда с наименьшими энергетическими затратами, поскольку металл сам выбирает направление течения). При этом реализуется технологический прием исключения

разностенности из работы [1], затем в том же технологическом переходе реализуется схема М. Куноги. В матрицу 3 устанавливается заготовка 4, контрпуансон 2 неподвижен. Главный пуансон 1 перемещается, деформируя заготовку. Движение главного пуансона осуществляется до рассчитанного момента и нижний отросток окончательно не заполнен или до заполнения нижнего отростка. После остановки главного пуансона начинается движение контрпуансона до формирования окончательной поковки. При движении главного пуансона происходит комбинированное

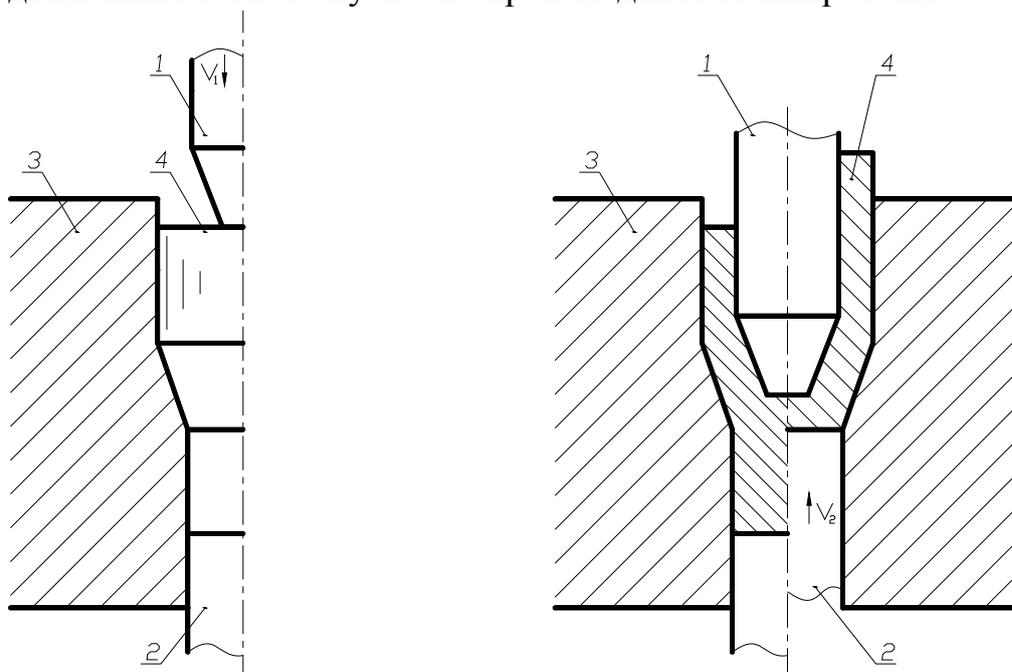


Рис. 3. Схема комбинированного выдавливания.

выдавливание, а при движении контрпуансона происходит прямое выдавливание. На основе этой схемы разработан технологический процесс:

1-ая операция – отрезка от прутка, оборудование – лентопильный автомат;

2-ая операция – нагрев под штамповку, оборудование – индуктор, $T_n=1200^{\circ}\text{C}$;

3-ая операция – осадка с фасонированием, оборудование – гидравлический пресс, $P_n=5\text{МН}$;

4-ая операция – выдавливание (комбинированное), оборудование – гидравлический пресс, $P_n=10\text{МН}$;

5-ая операция – обрезка, оборудование – токарный станок.

Операция комбинированного выдавливания была промоделирована в программном комплексе DEFORM 3D. С помощью моделирования оценить параметр разностенности не представляется возможным из-за большого ряда причин, которые нельзя учесть при моделировании. Однако

возможно произвести поиск благоприятных геометрических размеров инструмента. На рис. 4 показаны результат моделирования первого этапа

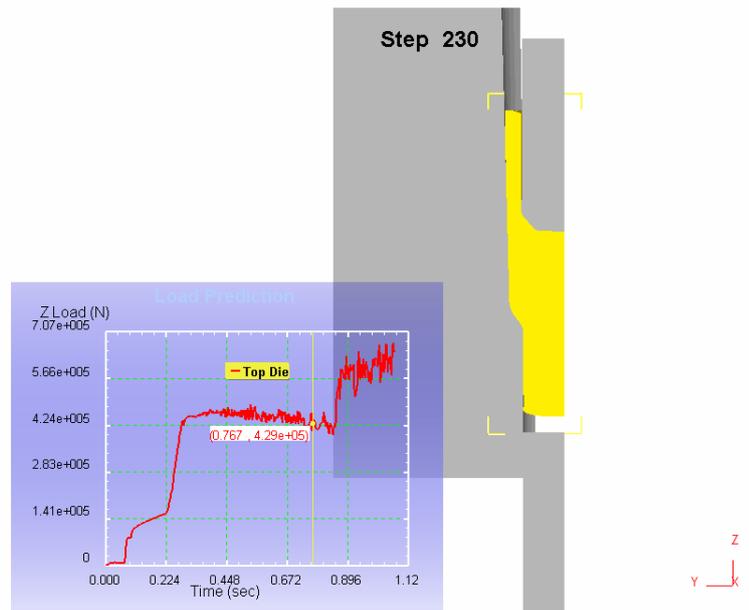


Рис. 4. 1-ый этап комбинированного выдавливания.

операции выдавливания. На этом этапе более благоприятное неокончательное заполнение нижнего отростка матрицы, нежели окончательное. Это связано с меньшими силами деформирования и лучшей волокнистой структурой в торцевой части нижнего отростка. На рис. 5 показаны направления скоростей течения металла, четко видна граница раздела. Это подтверждает, что операция выдавливания комбинированная.

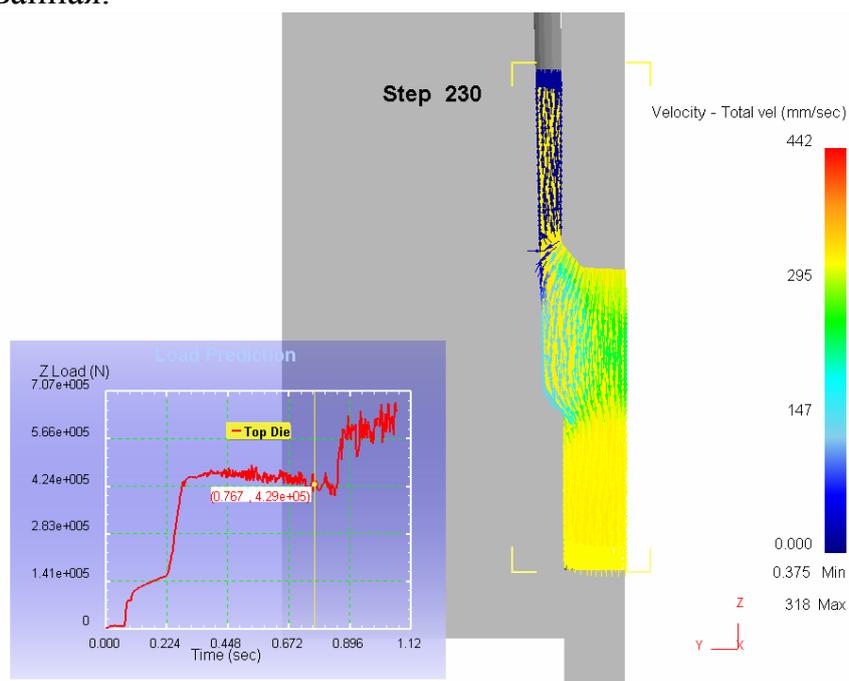


Рис. 5. Направление скоростей течения металла(1-ый этап).

На рис. 6 показано распределение главных напряжений по поковке на первом этапе операции выдавливания.

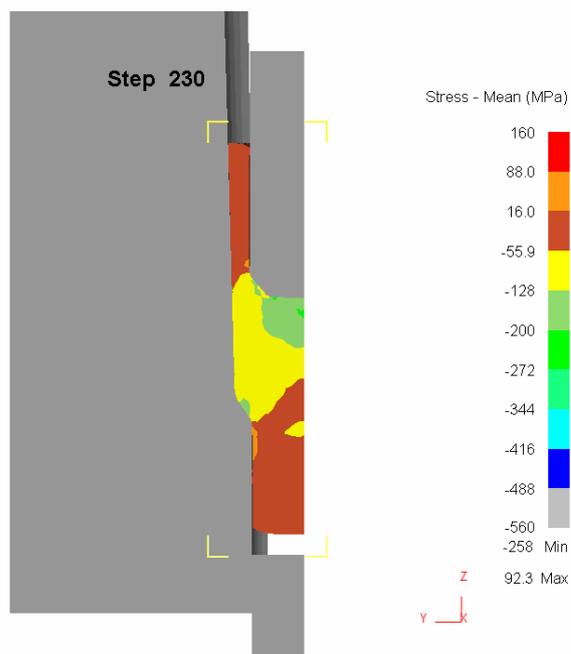


Рис. 6. Распределение главных напряжений(1-ый этап).

На рис. 7 представлен график силы по времени деформирования. Этот график силы получен для окончательного заполнения нижнего отростка матрицы. Скачек силы, начинающийся на $\sim 0,8$ сек. времени деформирования, соответствует соприкосновению металла нижнего отростка с контрпуансоном. Значение силы деформирования для неокончательного заполнения следует брать из этого же графика (соответ-

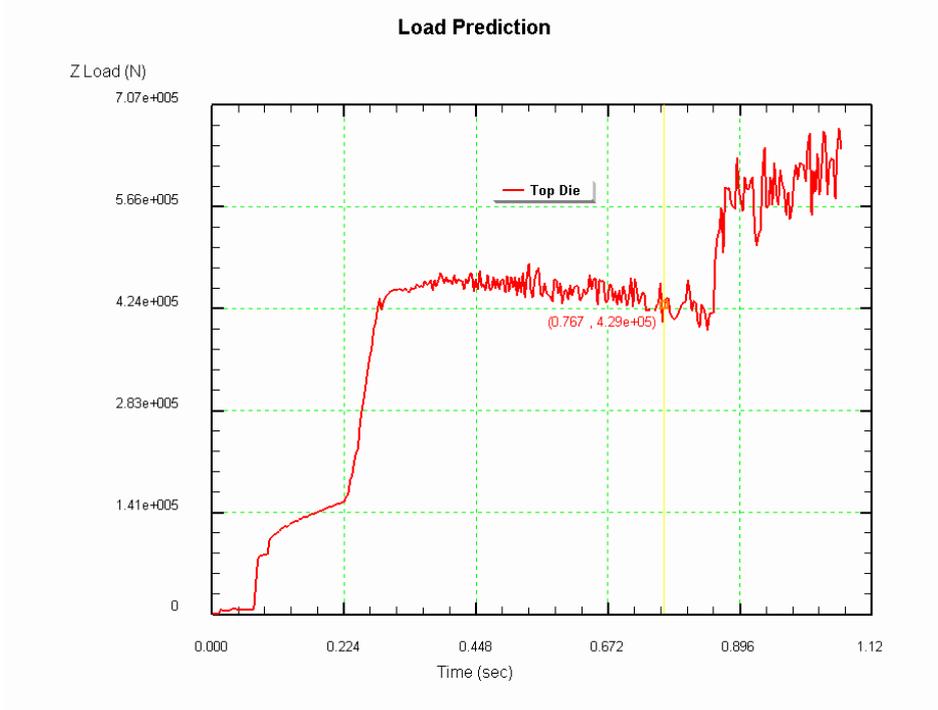


Рис. 7. График силы по времени деформирования(1-ый этап).

ствует желтой полосе на графике) и умножить его на 12, так как моделировался сектор 30 градусов. Значение силы на первом этапе операции выдавливания равно $P = 0,43 \cdot 12 = 5,16$ МН.

На рис. 8 представлен результат моделирования второго этапа операции выдавливания. На втором этапе оформляется окончательный вид

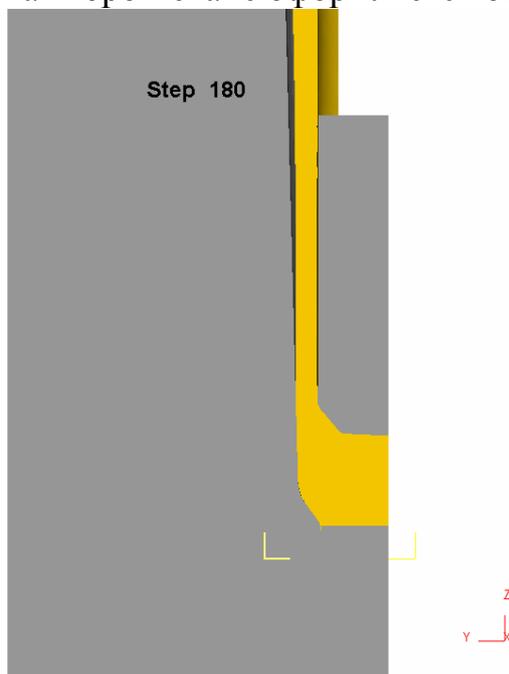


Рис. 8. 2-ой этап комбинированного выдавливания.

поковки типа «стакан». На рис. 9 представлено направления скоростей течения металла, скорости направлены в одном направлении.

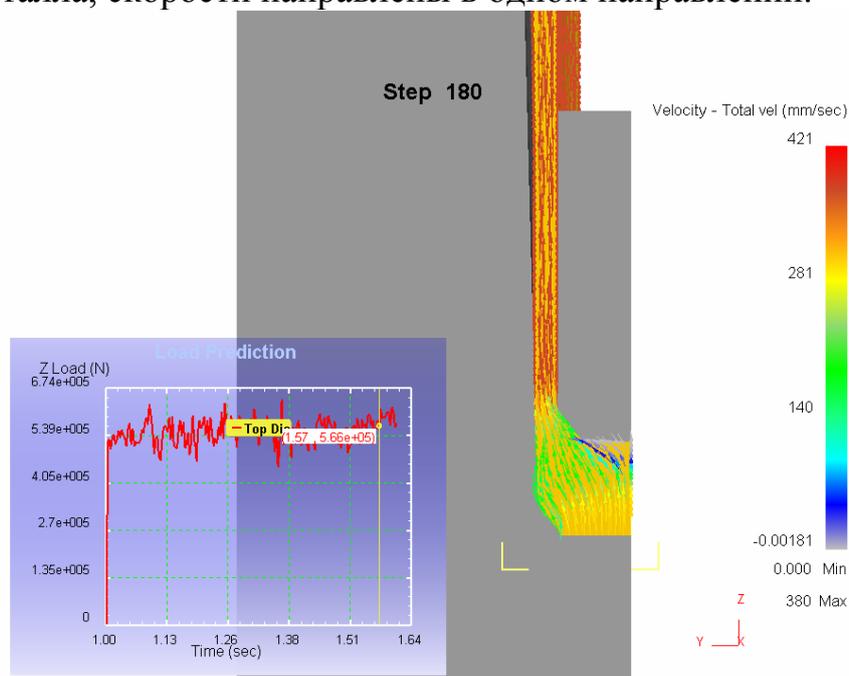


Рис. 9. Направление скоростей течения металла(2-ой этап).

На рис. 10 представлено распределение главных напряжений по поковке на втором этапе операции выдавливания.

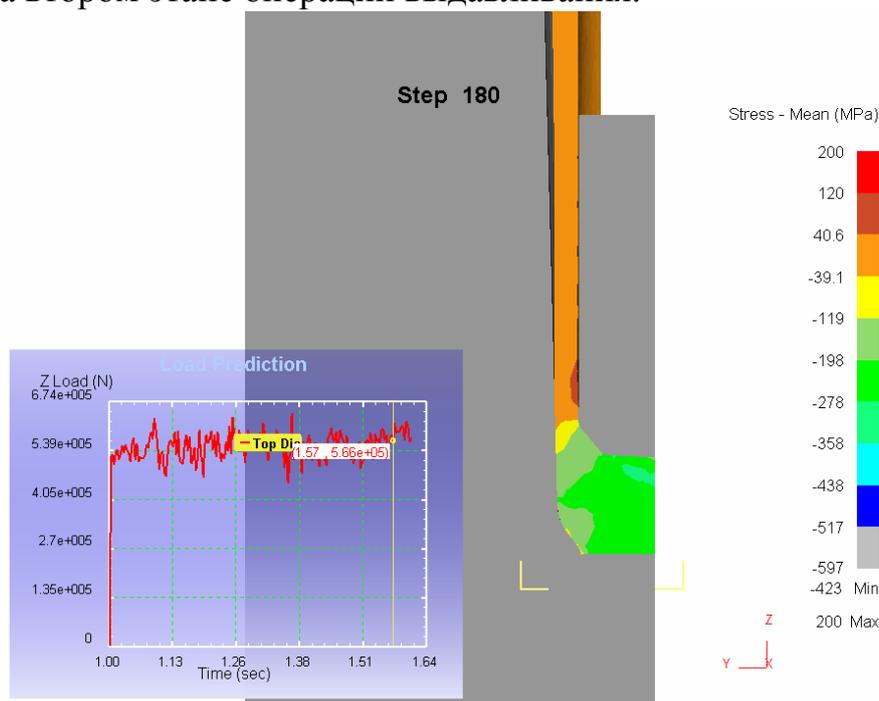


Рис. 10. Распределение главных напряжений(2-ой этап).

На рис. 11 представлен график силы по времени деформирования для второго этапа. Значение силы равно $P = 0,57 \cdot 12 = 6,84$ МН.

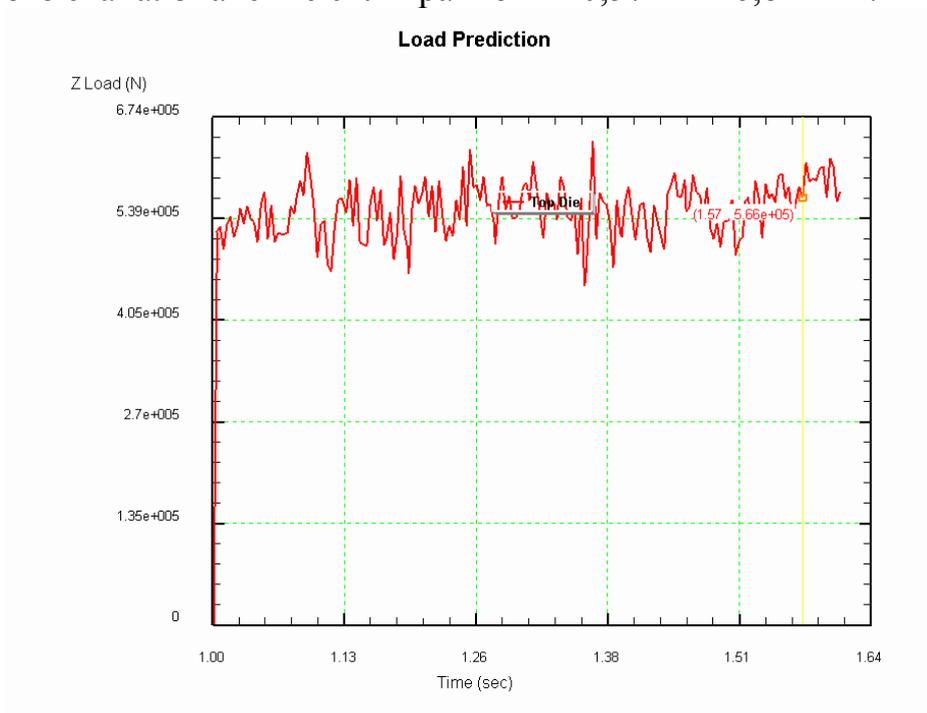


Рис. 11. График силы по времени деформирования(2-ой этап).

В статье представлена перспективная схема комбинированного выдавливания, которая позволит, по мнению автора, снизить

существенный недостаток существующих технологических процессов получения поковок типа «стакан», разностенность. Пока современные пакеты программ не позволяют при помощи моделирования процесса штамповки оценить параметр разностенности. Сейчас моделирование играет важную роль в отношении поиска правильной геометрии, оно позволяет существенно уменьшить количество натуральных экспериментов. После отыскания благоприятной геометрии планируется ряд натуральных экспериментов по оценке разностенности по предлагаемой схеме. Только после этих экспериментов мы сможем точно сказать, как измениться разностенность поковки при применении схемы комбинированного выдавливания.

Список литературы:

1. Способ изготовления полых цилиндрических деталей / А.М. Дмитриев, Д.А. Дмитренко, В.М. Гришин и др. – а.с. СССР № 1522070. Бюллетень изобретений, 1991 г., №3.
2. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423с.
3. Ковка и штамповка: в 4-х т./ Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – . Т.2. Горячая штамповка / Под ред. Е.И. Семенова. – 1986. – 592с.; Т.3. Холодная объемная штамповка / Под ред. Навроцкого, 1987. – 384с.
4. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства / Я.М. Охрименко. – М.: Машиностроение, 1976. – 560с.