

Проектирование многопозиционного штампа с автоподачей в системе T-FLEX CAD.

Беспалов Александр Петрович

Проектирование нетиповых многопозиционных последовательных штампов является не простой задачей, тем более, если в штампе выполняются несколько типов операций – разделительных, формоизменяющих и формообразующих. В процессе проектирования неоднократно приходится уточнять конструкцию элементов штампа, варьировать различными параметрами для достижения удовлетворительного результата.

Перед автором была поставлена задача проектирования одного штампа из цепочки технологического процесса получения детали «муфта» автомобиля концерна «Ford» Рис.1. Штампуемая деталь окончательно формируется в шести штампах. Необходимо спроектировать первый штамп цепочки технологического процесса - штамп с автоматической подачей, для получения одного из промежуточных полуфабрикатов. В качестве исходных данных для проектирования штампа была получена готовая схема обработки, выполненная в виде параметрической модели системы T-FLEX CAD компании Топ Системы (www.topsystems.ru) Так же была известна модель пресса, для установки на который предназначался проектируемый штамп.

Судя по схеме обработки, штамповка осуществляется в одиннадцать позиций – несколько позиций

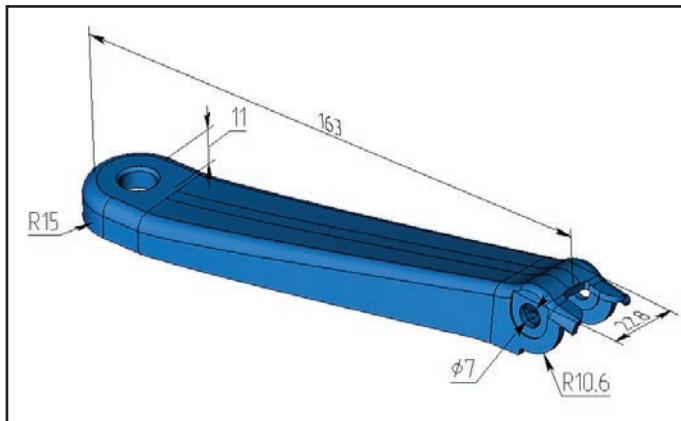


Рис. 1 Штампуемая деталь.

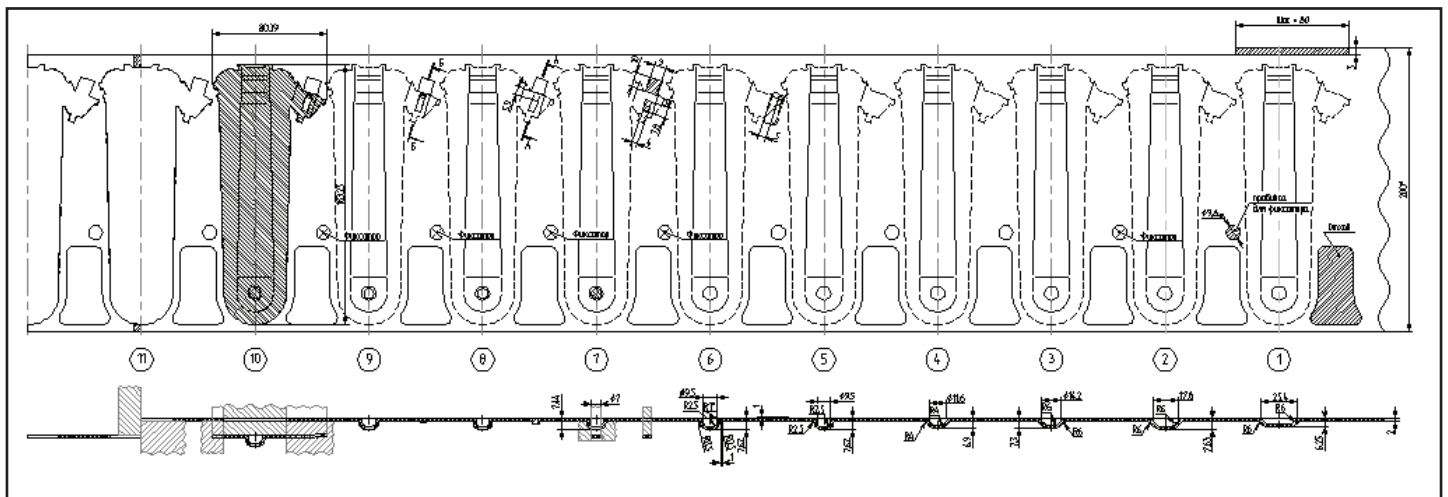


Рис. 2 Параметрическая схема обработки.

вытяжки, чеканка, пробивка, гибка, завивка, вырубка по сложному контуру, отрезка отхода. Кроме этого наряде позиций параллельно происходит пробивка для фиксаторов, шаговых ножей и вырубка фигурного отхода, для улучшения качества процессов вытяжки. Так же была поставлена задача проектирования автоматической подачи, встроенной в штамп. И так, легко видеть, что проектируемый штамп достаточно сложен, и типовые конструкции штампов в этом случае будет применить крайне затруднительно. Проектирование осуществлялось в системе параметрического моделирования T-FLEX CAD. В системе по умолчанию предустановлена библиотека стандартных элементов, кроме этого использовалась параметрическая библиотека деталей штампов «Стандартные детали ШЛШ». Никакие другие дополнительные программные модули не применялись.

В качестве основы для создания 3D моделей деталей и сборок штампа была взята параметрическая модель схемы обработки Рис.2. Параметризация при проектировании сложного штампа существенно ускоряет и упрощает обрабатывание ситуаций, когда требуется оперативное изменение конструкции штампа, а такие ситуации – не редкость. Например, если в процессе или по завершении проектирования нам потребуется корректировка шага штамповки, формы, расположения или размеров рабочих контуров, расположения фиксаторов и прочих параметров – то связанная параметрическая модель поможет сделать это с минимальными затратами сил и средств.

Система T-FLEX CAD поддерживает технологию фрагментов, то есть чертеж или модель могут ассоциативно использовать геометрию из других файлов. В случае со схемой обработки – мы используем ее в качестве фрагмента в прототипе для создания деталей штампа, геометрия которых непосредственно завязана на геометрию самой схемы обработки. По геометрии схемы обработки строятся ра-

бочие контура исполнительных элементов штампа пуансонов и матриц Рис. 3. Для формирования исполнительных размеров этих деталей в данном случае было допустимо использовать эквидистантные отступы от исходных номинальных контуров. При задании отступов учитывались зазоры штамповки и припуски на износ. Кроме пуансонов и матриц, с использованием параметрической модели схемы обработки удобно строить детали, определяющие взаимное расположение, направление и фиксацию исполнительных деталей штампа – это пуансонодержатели, прижимы, съемники, плиты штампа. В этих деталях геометрия схемы обработки используется для формирования посадочных отверстий, направляющих контуров, провальных отверстий и прочих конструктивных элементов. Таким образом, большинство основных деталей штампа построены по геометрии схемы обработки, которая является подложенным фрагментом в файле каждой детали.

Для формирования общей сборочной модели штампа в T-FLEX CAD, сборку удобно разделить на функциональные узлы – вспомогательные под сборки. Такими узлами стали узел пуансонов, узел матриц, узел прижима съемника, а так же узел автоматической подачи материала Рис.4. Далее из деталей и подборок собираем общую сборку штампа Рис.5. Все стандартные изделия - винты, штифты, круглые пуансоны, шаговые ножи, фиксаторы, хвостовики, направляющие узлы, транспортные штыри, пружины и прочие изделия взяты из параметрических библиотек системы.

В виду сложности штампа, который содержит более 1000 элементов, необходимо всячески изучить и исследовать работу штампа до его воплощения в металле. Поэтому в сборку общей модели были заложены параметрические зависимости взаимного перемещения деталей штампа в зависимости от положения ползуна пресса. Другими словами теперь можно запустить имитацию работы штампа и проверить конструкцию на возможные проблемы при его работе. Для такой проверки в T-FLEX CAD присутствуют всевозможные сервисные функции, как-то, функция проверки пересечений тел, анализ зазоров, анализ корректности геометрии и прочие. Для имитации работы используется анимация, где

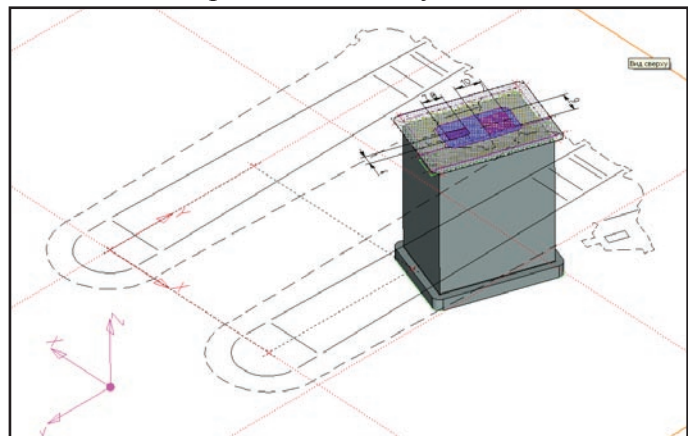


Рис. 3 Использование геометрии схемы обработки при формировании деталей штампа.

помимо визуализации в каждый момент времени система может проверять всю модель на проникновение тел и стабильность зазоров. Результаты такого имитационного анализа могут быть выведены в отчет и динамически отображаются на экране монитора. Визуальная часть имитации может быть сохранена в видео файл.

Однако не всегда удобно закладывать параметрические зависимости для имитации работы конструкции, если она имеет достаточно сложные взаимные перемещения деталей. Для таких случаев удобно использовать механизм T-FLEX CAD - сопряжения, или сборка с использованием кинематических сопряжений. В частности в описываемом штампе есть узел клинораликовой автоматической подачи ленты Рис.4, которая крепиться к плитам штампа. При работе штампа верхние клинья подачи входят в контакт с нижними клиньями, и каретка совершает возвратно-поступательное движение. В каретке в свою очередь подпружиненные ролики так же совершают некое движение, в зависимости от направления движения самой каретки. При ходе ползуна пресса вниз каретка совершает обратный холостой ход, при ходе вверх – ролики заклинивают ленту материала, и осуществляется его подача под действием пружин. Модель этой под сборки была собрана с использованием механизмов сопряжений – заданы условия касаний, сносности, расстояния и прочие. Подборка автоподачи вставляется в главную сборочную модель и сопрягается с плитами штампа. Таким образом, при имитации работы штампа узел автоматической подачи работает самостоятельно по заданным сопряжениям без заложенных на него параметрических зависимостей. Система сама определяет контакты тел и перемещает детали в соответствии с этими взаимодействиями.

Итак, была создана общая математическая модель штампа, с возможностью имитации работы штампа Рис.6. Предварительные модели деталей штампа отправлены изготовителям, для определения возможности изготовления. Анализ показал, что несколько крупных деталей изготовить невозможно, ввиду отсутствия соответствующего оборудо-

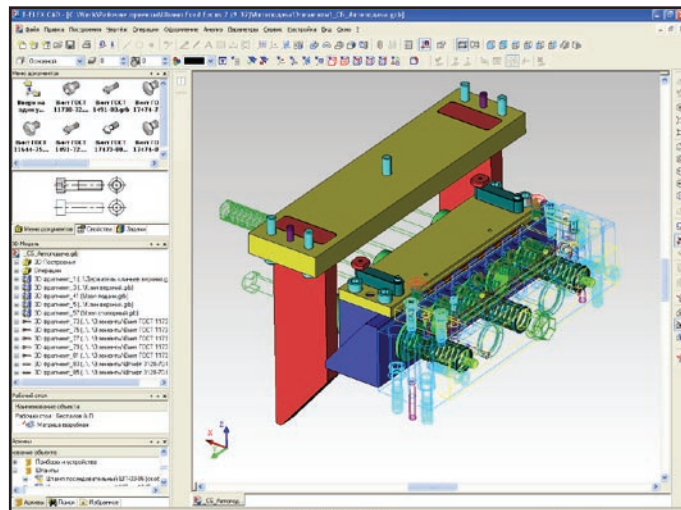


Рис. 4. Узел автоподачи, работающий на механизме сопряжений T-FLEX CAD.

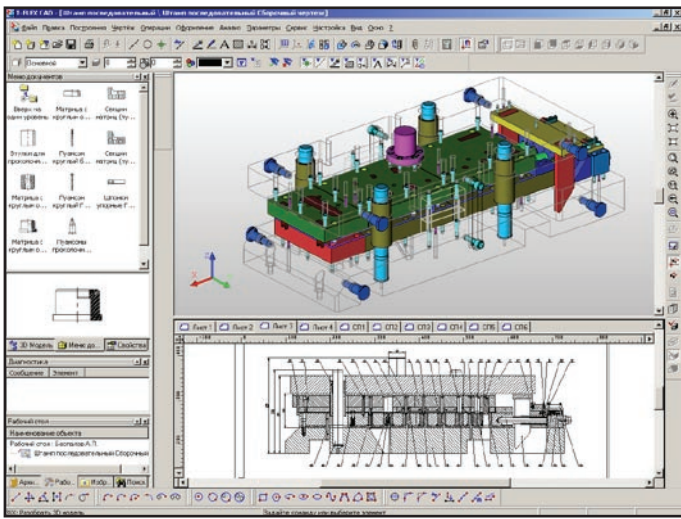


Рис. 5 Общая 3D сборка штампа с листами чертежей.

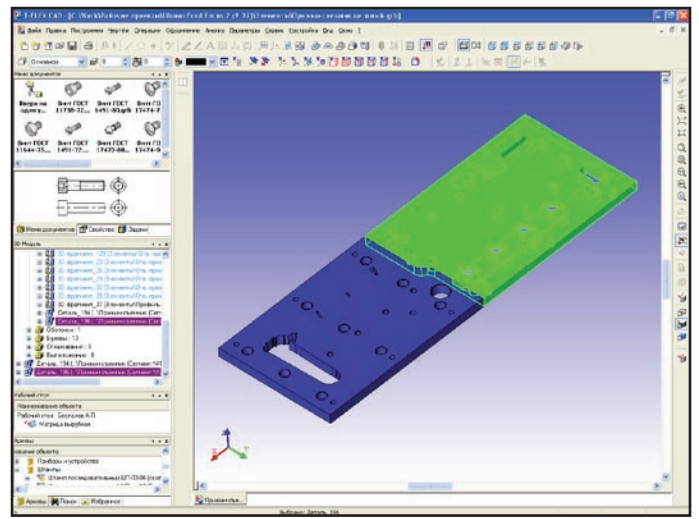


Рис. 7 Деталь прижим, разделенная на две более мелких детали.

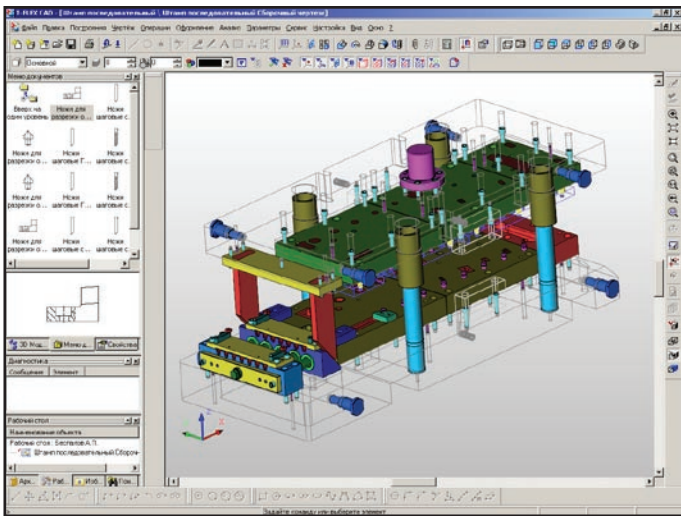


Рис. 6 Модель штампа в открытом виде, значения переменных модели соответствуют верхнему положению ползуна прессы.

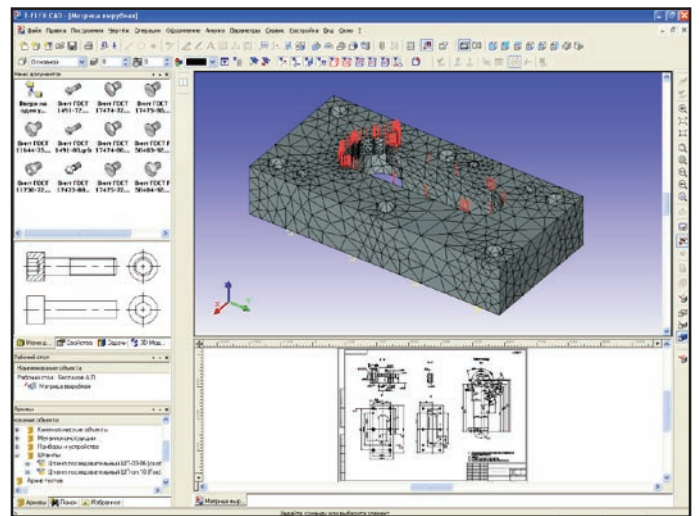


Рис. 8 Вырубная матрица – поставлена задача для анализа методом КЭ.

вания. Детали требуется разделить на несколько более мелких. Система T-FLEX CAD позволяет это сделать, не нарушая структуры сборки, для этого, достаточно в файле модели детали разделить ее на необходимые части и, методом ассоциативной детализации выгрузить эти части как отдельные детали. Исходный файл в данном случае автоматически преобразуется во вспомогательную под-сборку Рис. 7.

Разделения деталей на части повело за собой корректировку количества и положения элементов крепежа. Так же обнаружилось, что необходимо скорректировать шаг штамповки и геометрию рабочего контура вырубной позиции. Это было бы достаточно не простой задачей, если основой всех деталей штампа не являлась одна параметрическая модель схемы обработки. Редактируем файл схемы обработки, корректируем на ней геометрию вырубного контура, корректируем положение элементов крепежа, меняем значение шага штамповки, изменив значение соответствующей переменной. Поскольку этот файл является фрагментом всех основных деталей штампа, изменения в нем автоматически переносятся во все детали – и они обновляются в соответствии с новыми данными. Таким образом, в данном случае скорректировав схему обработки

мы тем самым скорректировали всю основную 3D сборку штампа.

Общая компоновка штампа принята, но остается еще одна важная задача – проверка спорных деталей на прочность. Например, в нашем штампе присутствует деталь – вырубная матрица Рис. 8, в которой есть слабое звено элемент «висящий» на узком перешейке металла. Необходима проверка, не разрушится ли эта деталь под действием вырубного усилия и каков запас прочности. Система T-FLEX CAD имеет встроенную подсистему анализа методом конечных элементов. Для постановки задачи для анализа открываем файл матрицы и создаем задачу статического анализа - система разбивает модель на конечные элементы, параметрами которых пользователь может управлять. Далее необходимо наложить закрепления и нагрузки. На рабочий контур накладываем распределенное вырубное усилие и создаем закрепление по нижней плоскости матрицы, по площадкам под головками винтов крепления и штифтовым отверстиям. Кроме этого в модели необходимо задать соответствующий материал – сталь, и так как используется конкретная марка стали, выбираем соответствующие параметры для этой стали, такие как допустимое напряжение, модуль упругости и прочие. После этого запускаем задачу на расчет. Результаты расчета система вы-

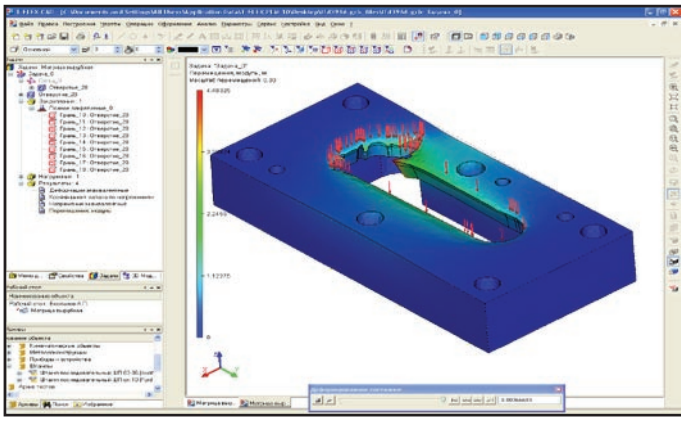


Рис.9 Визуальные результаты анализа детали.

даёт в графическом и цифровом видах Рис.9. На выходе мы имеем данные по деформациям эквивалентным, коэффициенту запаса по напряжениям, напряжениям эквивалентным, модулю перемещения. Проанализировав результаты расчета, оказалось, что вырубная матрица имеет достаточный запас прочности. Система T-FLEX CAD позволяет подобным образом анализировать сборочные модели, но в данном, конкретном случае не было такой необходимости. Хочется отметить, что анализ детали проведен во встроенном бесплатном модуле экспресс анализа, который идет с системой в стандартном комплекте поставки. Существует профессиональная версия модуля T-FLEX Анализ, которая поставляется отдельно и имеет куда более широкий функционал.

Итак, сборочная модель штампа готова, настало время оформлять чертежи и получать спецификацию. Система T-FLEX CAD не имеет разделений по формату файла – будь то 3D модель, 2D чертеж, спецификация, результаты анализа. В одном файле у нас может содержаться параметрическая модель с чертежом, а так же результаты анализа. Автоматически генерируемая спецификация может содержаться как в файле сборочного чертежа, так и в виде отдельного файла. В файлах деталей методами проецирования получаем виды и необходимые разрезы для чертежа. В полуавтоматическом режиме наносятся размеры с допусками, шероховатости, надписи, технические требования и прочие элементы оформления чертежа в соответствии с

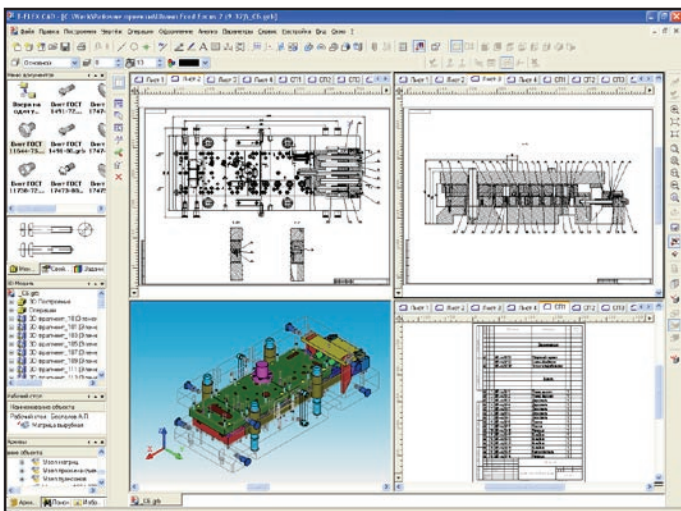


Рис.10 Сборочная модель, чертежи, спецификация.

ЕСКД. Система самостоятельно считает массу деталей и сборок. При проецировании система автоматически проставляет осевые линии и штрихует проекции. Сборочный чертеж так же получается проецированием видов и разрезов. Система при создании разрезов самостоятельно определяет детали, к которым не нужно применять сечение, при прохождении его через ось детали. То есть, например винты, направляющие колонки, пуансоны и прочие детали при попадании в разрез разрезаться не будут, как и требуют этого правила оформления чертежей. После того, как все чертежи оформлены, в сборочной модели автоматически получаем спецификацию, в полуавтоматическом режиме проставляются позиции Рис.10.

Как это часто бывает, после окончательного оформления комплекта КД, поступает еще одно уточнение вырубного контура. Требуется оперативное корректирование моделей и чертежей. В созданной модели T-FLEX CAD для корректировки достаточно поменять рабочий контур в файле схемы обработки. И поскольку модели и чертежи деталей и сборки обновятся автоматически, возможна минимальная корректировка оформления чертежа.

В качестве дополнительных возможностей система T-FLEX CAD 3D позволяет получать фотореалистичное изображение еще не изготовленной конструкции. Такие изображения позволяют предоставить заказчику проекта возможность оценить внешний вид конструкции еще на этапе проектирования Рис.11.

Проектирование параметрической 3D модели штампа, с учетом всех изменений заняло 7 дней, оформление чертежей – более длительный процесс на него потрачено 10 дней. Внесение изменений в штамп на уровне схемы обработки – не более одного дня. Таким образом, на выходе проектирования мы имеем 3D модели деталей для передачи в САМ систему, например T-FLEX ЧПУ, чертежи и спецификацию. При необходимости в дальнейшем внесении изменений, новый комплект моделей и КД будет получен не позже чем через один день, что весьма неплохо, учитывая размеры и сложность штампа.

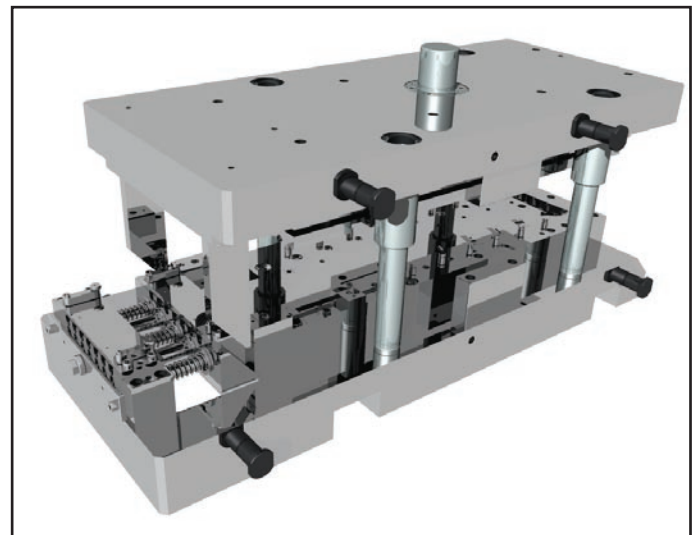


Рис.11 Фотореалистичное изображение штампа.