

Автоматизированное проектирование компоновок станочных приспособлений в диалоге с ЭВМ с использованием САПР СП, по существу, представляет собой моделирование процесса сборки, который основывается на параметрическом представлении комплектующих деталей, используемых для создания приспособлений [1].

Современные технологии автоматизированного проектирования позволяют получать конструкторскую документацию с использованием графических САД приложений. С этой целью при проектировании необходимо использовать как базы данных конструктивных элементов с необходимой справочной информацией, так и базы данных уже имеющихся конструкций приспособлений.

Самым простым решением задачи выбора технологической оснастки для текущей операции механической обработки может являться поиск решений по готовым (существующей базе технологической оснастки участка, цеха, предприятия, отрасли и т.д.)

Укрупнено данный вариант реализации поставленной задачи можно представить следующим образом (рисунок 1):

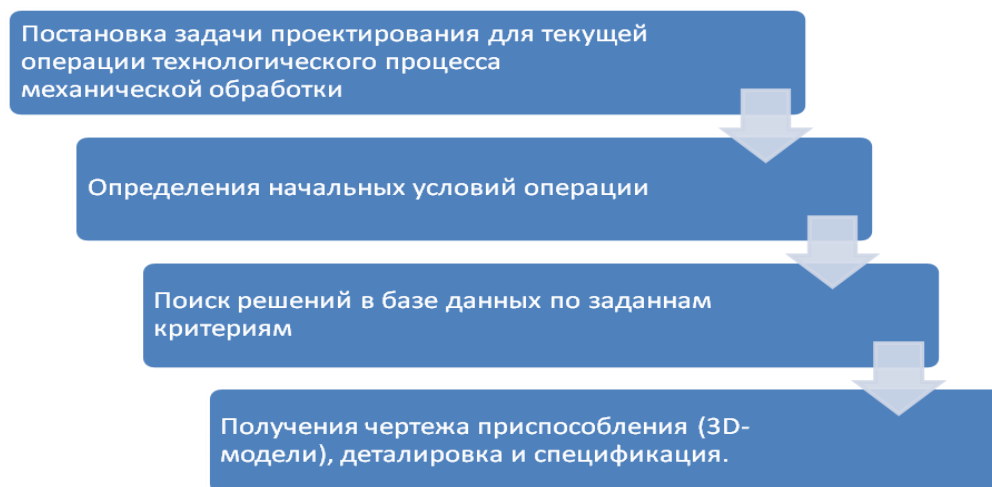


Рисунок 1 - Этапы решения задачи выбора технологической оснастки для текущей операции технологического процесса

Это позволит иметь более полную информацию о приспособлении в целом, об его составных элементах и о размерных связях внутри приспособления, что даст возможность производить в дальнейшем в автоматизированном режиме точностные расчеты приспособления для решаемой задачи.

Каждый конструктивный элемент проектируемой компоновки представляет собой объект с определенными свойствами, в которых определены - форма, структура, функции, материал, и др., а также количественные параметры, такие как размеры, вес, допуски, и пр.

Отбор и классификация информации о конструктивном элементе должны осуществляться с учётом необходимости и достаточности. Информацию о конструктивном элементе, по смыслу содержащихся в ней сведений можно разделить на метрическую (размерные характеристики), технологическую (материал, термообработка, точность, шероховатость), спецификационную (наименования, обозначения), графическую (изображение конструктивных элементов на чертежах, экране и т.д.).

К конструктивным элементам в первую очередь относятся стандартные детали с постоянной геометрической формой. База данных конструктивных элементов приспособлений строится в соответствии с требованиями ГОСТ, причем элемент приспособления в начале идентифицируется по функциональному назначению, а затем по геометрическим характеристикам. База данных, имеющая сведения о материалах, используемых для деталей, применяемых в приспособлениях, содержит не только марку материала и ГОСТ, но и такие сведения, как твердость, пределы прочности материала, ударная вязкость и др. Эти сведения используются далее в модулях для выполнения силовых расчетов приспособления.

Помимо этих сведений в базе данных необходимо для работы с этими элементами необходимо задать привязку элементов к системе координат для последующей привязки элементов друг к другу в процессе сборки [3].

Для сопряжения элементов приспособления необходимо определить основные поверхности элемента и вспомогательные, привязку координатной системы элемента следует использовать основные базы. Это позволит определить схему базирования и определить возможность сопряжения элементов между собой в процессе разработки сборки приспособления.

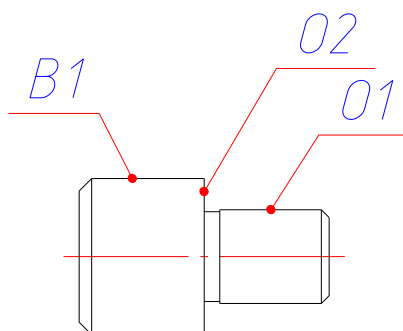


Рисунок 2 - Выявление типов конструкторских поверхностей

Помимо баз данных на отдельные конструктивные элементы создаются также базы графических и символьных данных на подузлы и узлы приспособлений. Их также создают на основе существующих стандартов и нормалей, принятых на предприятии [2].

Для примера ниже приведены диалоговое окно для выбора прихвата с регулируемой опорой и его 3-D изображение. В диалоговом окне можно задать геометрическое исполнение прихвата и его основные размеры.

Для ускорения сборки приспособлений была создана аналогичная база данных других стандартных узлов и деталей приспособлений, которые классифицированы по своему служебному назначению.

Автоматизированное проектирование станочных приспособлений, осуществляемое в реальном времени, выполняется в режиме «Конструктор» (рисунок 3). В ПК вводится описание обрабатываемой детали и оснащаемой станочной операции, на основе чего автоматически строится цифровое информационное описание проектируемого приспособления в виде соответствующих цифровых массивов. Управление передаётся блоку составления спецификаций, результаты работы которого выдаются на печатающее устройство в форме документа, определённого стандартами ЕСКД.

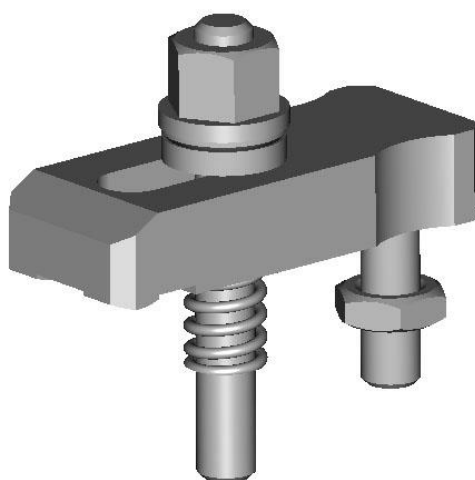


Рисунок 3 - Прихват с регулируемой опорой по ГОСТ 4735-69

Входной информацией для режима «Конструктор» является 3D модель заготовки с системой координат и операционный эскиз с указанием обрабатываемой поверхности. Пользователь в окне 3D-модели выбирает заготовку и ее элементы, к которым подводит направляющие, опорные и крепежные элементы приспособления, которые определяются соответствующими системами координат. Выбор положения опорных точек, выбор присоединительных элементов, их осей координат и точек привязки осуществляется в полу автоматизированном режиме. Количество опорных элементов и их расположения зависит от выбранной схемы базирования и геометрии базовой поверхности. Количество точек приложения силового замыкания и их расположение зависит от числа опорных элементов и их расположения. Направление силового замыкания определяется автоматически в сторону базовых элементов приспособления. Все элементы приспособления привязываются к базовому корпусу, который в свою очередь имеет базовые элементы, определяющие его базирование на столе станка.

Таким образом, пользователь в режиме диалога с компьютером осуществляет ориентацию элементов приспособления по заранее выбранным системам координат и точкам их привязки. В результате осуществляется автоматизированное проектирование и виртуальная сборка приспособления (см. рисунок 4).

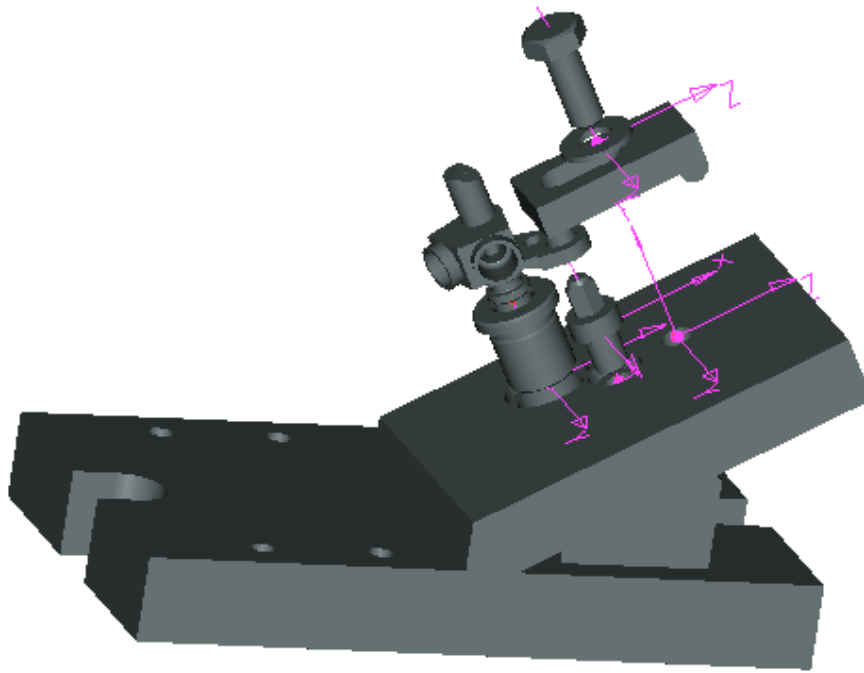


Рисунок 4 - Общая сборка приспособления

При проектировании приспособления часто возникает необходимость создания специальных деталей конструкции. Для этого конструктору необходимо вычертить профиль будущей детали, создать 3D модель, точки привязки, системы координат и т. д. Разработанная система позволяет проектировать специальные элементы станочных приспособлений, не прибегая к черчению, тем самым, сокращая время проектирования всего приспособления.

Заключительный этап - сборка приспособления происходит в автоматическом режиме. Спроектированная компоновка приспособления переходит в разряд прототипов, что в последствии сокращает время проектирования подобных приспособлений под аналогичный тип деталей. Затем выполняются работы по формированию программ вычерчивания для получения сборочного и детализированных чертежей конструкции.

Выводы по теме

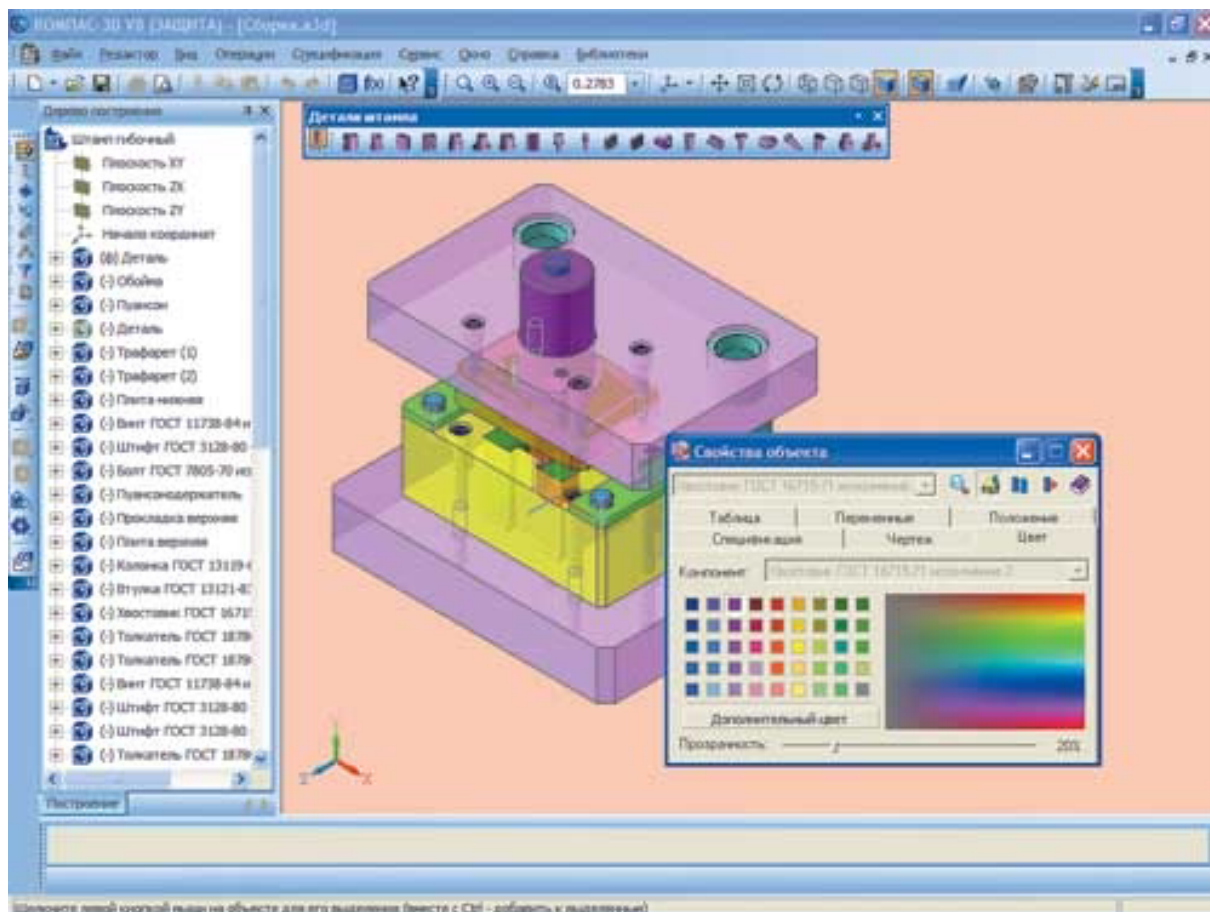
- Проектирование технологической оснастки с использованием CAD систем позволяет существенно сократить сроки ТПП;
- Применение CAD систем в процессе проектирования приспособления позволяет использовать не только стандартные детали приспособлений, но также создавать новые детали, которые заносятся в базы данных;
- Твёрдотельное моделирование деталей приспособлений и их сборки существенно упрощает процесс проектирования приспособления и разработки схемы его сборки.

Список литературы

1. **Мнацаканян В.У., Морозов В.В., Схиртладзе А.Г., Тимирязев В.А.**, Технология машиностроения //Учебник для вузов. Под ред. Тимирязева В.А., Изд. ВГТУ, Владимир, 2013, 523 с.

2. **Островский М.С., Мнацаканян В.У., Тимирязев В.А.** Программирование обработки деталей горных машин на станках с ЧПУ. Учебное пособие. Горная книга, М. 2009 г. 336 с.

3. **Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г., Солнушкин Н.П.** Проектирование технологических процессов машиностроительных производств. Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г., Солнушкин Н.П., Дмитриев С.И., Евгеньева Е.А. //Учебник для вузов. Изд. Лань, Санкт-Петербург, 2014, 378 с.



3D

Современное машиностроительное производство должно обладать высоким уровнем гибкости, что достигается за счет применения станков с ЧПУ. Для сокращения затрат и времени на технологическую подготовку производства в единичном, мелкосерийном и среднесерийном производствах, т.е. там, где применение специальной оснастки не целесообразно, следует шире использовать переналаживаемые станочные приспособления многократного применения. К этой группе оснастки относятся универсально-сборные приспособления (УСП).

Универсально-сборные приспособления собираются по мере необходимости из заранее изготовленных стандартных составных элементов. После обработки партии заготовок конструкции УСП разбирают на отдельные элементы, которые затем используют для компоновки других приспособлений.

Все элементы УСП соединяются между собой по принципу «шпонка–шпоночный паз», которые бывают Т- и П-образными, и фиксируются болтами, винтами, шпильками, гайками и другими крепежными деталями. В зависимости от ширины паза комплекты УСП делятся на три вида: УСП-8, УСП-12 и УСП-16.

С целью автоматизации процесса проектирования технологической оснастки в Арзамасском политехническом институте (филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е.Алекеева) на кафедре «Технология машиностроения» по чертежам каталога была создана библиотека параметрических объемных моделей деталей комплекта УСП–12. Библиотека выполнена в стандартном приложении КОМПАС–3D V14 «Менеджер шаблонов» (рис.1).

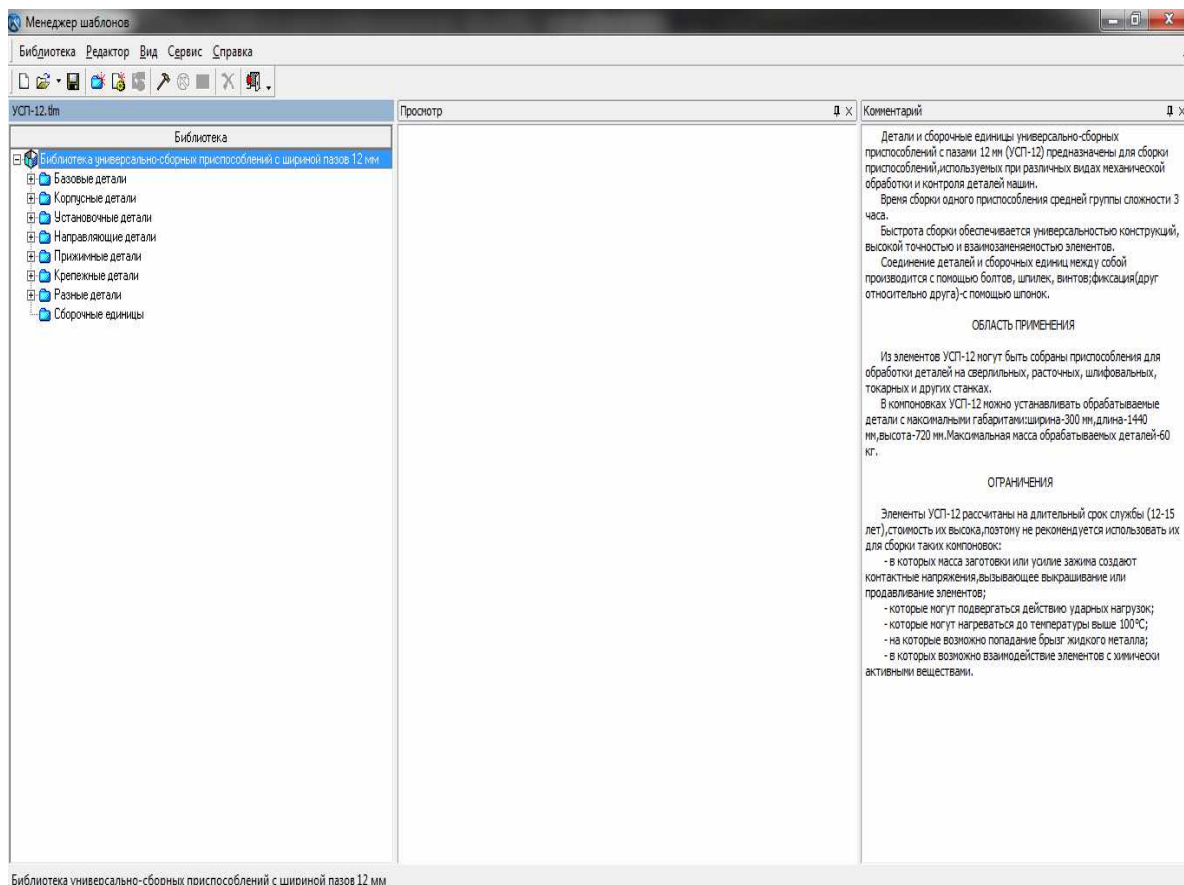


Рисунок 1 – Общий вид библиотеки УСП-12

Отличие параметрической модели от обычной, а также процесс создания самой библиотеки рассмотрены ранее в статье [1].

Из элементов УСП–12 могут быть созданы приспособления для обработки заготовок на сверлильных, расточных, шлифовальных, токарных и других станках. В компоновках УСП–12 можно устанавливать заготовки деталей с максимальными габаритами: ширина – 300 мм, длина – 1440 мм, высота – 720 мм. Максимальная масса обрабатываемых заготовок – 60 кг.

Все элементы УСП–12 делятся по назначению на 8 групп:

1. Базовые детали. Наиболее крупные детали, которые обычно служат основанием приспособления.
2. Корпусные детали. Все детали, которые служат для образования корпуса приспособления.
3. Установочные детали. Детали, которые служат для установки и фиксации корпусных элементов приспособления или установки обрабатываемых заготовок.
4. Направляющие детали. Детали, которые служат для направления режущего инструмента и для настройки размеров приспособления.
5. Прижимные детали. Служат для закрепления обрабатываемых заготовок в приспособлении.
6. Крепежные детали. Они служат для соединения между собой элементов приспособлений и для закрепления обрабатываемой заготовки.
7. Разные детали. Детали, которые имеют самое различное применение.
8. Сборочные единицы. Служат для ускорения сборки приспособления.

Для всех 8 групп элементов УСП–12 были разработаны параметрические модели

деталей, которые легли в основу библиотеки трехмерных параметрических моделей.

Применение этой библиотеки в процессе конструирования УСП значительно экономит время и делает виртуальный процесс его создания творческим.

В ходе апробирования библиотеки трехмерные параметрические модели элементов УСП-12 были использованы при проектировании приспособления для сверления 2-х отверстий диаметром 8 мм в детали «Корпус» (рис. 2). Приспособление состоит из 84 деталей и 2-х сборочных единиц (рис.3).

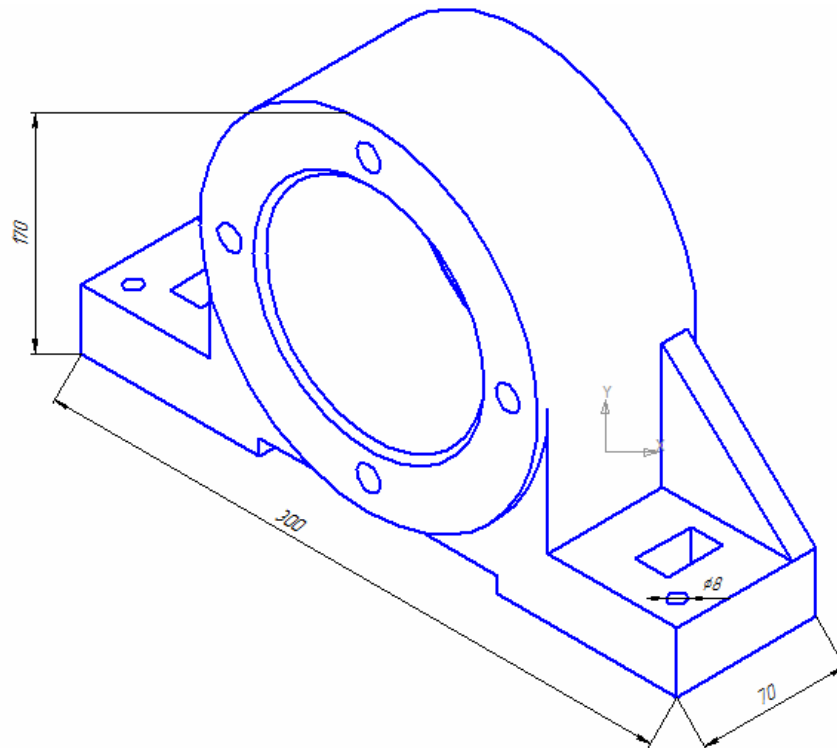


Рисунок 2 – Аксонометрический чертеж детали «Корпус»

Проектирование УСП следует начинать с анализа технического задания. На этом этапе происходит формирование задания на проектирование станочного приспособления, определение и уточнение общих сведений об операции, разрабатывается эскиз заготовки, поступающей на выполняемую операцию, уточнение схемы обработки и уточнение задачи проектирования станочного приспособления [2].

На этапе разработки конструкции станочной оснастки системы УСП конструктор, используя библиотеку моделей деталей и сборочных узлов, производит последовательный выбор функциональных частей приспособления (установочных элементов, зажимных устройств, дополнительных устройств и корпуса) путем обращения к соответствующим разделам библиотеки. Основная цель этого шага проектирования – разработка конструкции УСП, наилучшим образом удовлетворяющей условиям выполнения операции и учитывающей ограничения, установленные на этапе анализа технологической операции.

По мере формирования модели будущей конструкции УСП разрабатывается схема установки и производится выбор установочных элементов. На основе данных анализа технологической операции и чертежа заготовки конструктор, в соответствии с теорией базирования, выбирает схему базирования заготовки на технологической операции (в данном случае – схему плитки или прямоугольного параллелепипеда) и реализующие ее установочные элементы (в данном приспособлении это угольники и опоры из раздела «Корпусные детали»).

Затем, исходя из конфигурации заготовки, выбранные элементы располагают определенным образом относительно обрабатываемой заготовки.

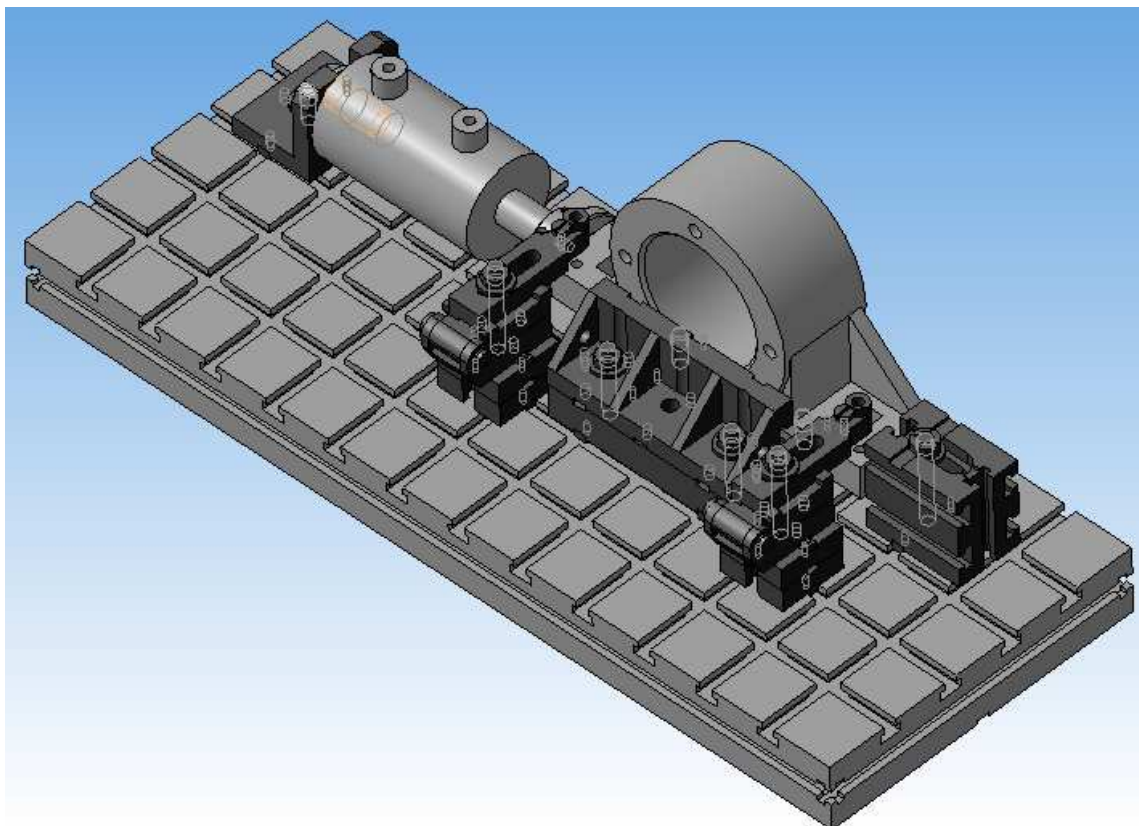


Рисунок 3 – Общий вид приспособления для сверления отверстий

Далее следует разработка устройств закрепления. На этой стадии происходит выбор деталей сборочных узлов системы УСП, составляющих конструкцию зажимного устройства.

Следующим этапом является выбор дополнительных устройств (кондукторных втулок, делительных устройств и т.д.). В данном приспособлении таким дополнительным устройством будут кондукторные планки с двумя втулками (раздел «Корпусные детали» и «Направляющие детали»). В библиотеке параметрических трехмерных моделей содержатся быстросменные и постоянные кондукторные втулки, с применением которых могут быть получены отверстия диаметром от 1 до 46 мм. При проектировании приспособления для сверления двух отверстий диаметром 8 мм из библиотеки были выбраны две быстросменные кондукторные втулки.

Затем конструктор разрабатывает корпус приспособления. Этот процесс заключается в выборе элементов УСП, образующих несущую конструкцию. Корпус является базовым элементом станочного приспособления, на котором устанавливаются, фиксируются и закрепляются установочные элементы, зажимные и дополнительные устройства. Функциональные элементы проектируемого приспособления и сама заготовка детали размещаются на базовой плите. Для выбора базовой плиты следует воспользоваться разработанной библиотекой параметрических моделей деталей УСП–12. Конструктор выбирает тип плиты (квадратная, прямоугольная, облегченная, круглая и т.д.), после чего из предоставленного списка размеров выбирает нужную ему плиту и создает ее трехмерную модель, которую можно использовать при сборке приспособления. Для удобства и наглядности к каждой модели детали УСП прикреплен аксонометрический чертеж с указанием габаритных размеров (рис 4).

После окончания всех компоновочных операций производится анализ разработанной

конструкции универсально–сборного приспособления. На этом этапе устанавливается, все ли основные ограничения на проектирование реализованы в разработанной конструкции станочного приспособления, каковы возможности установки и снятия заготовки и т.д. Результатом анализа является принятие решения: принять ли разработанную конструкцию или необходима дальнейшая доработка.

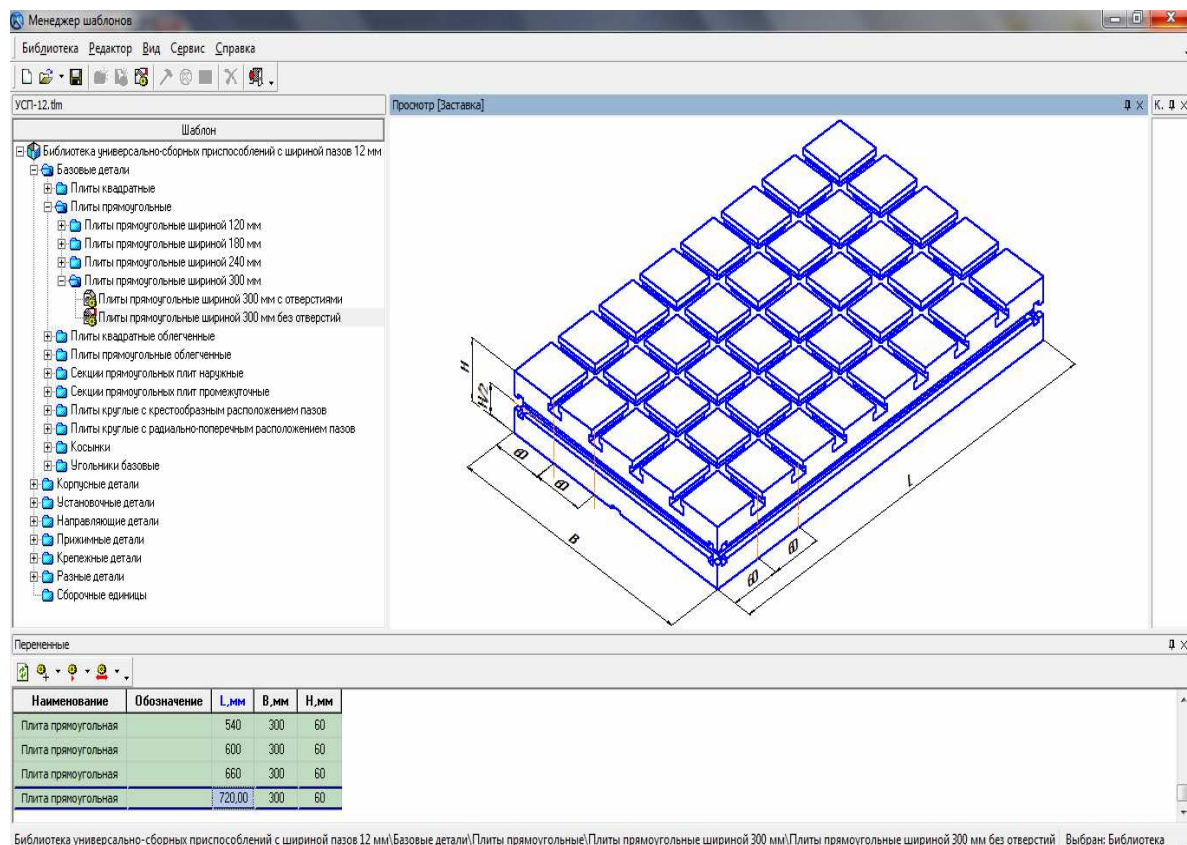


Рисунок 4 – Выбор базовой плиты в библиотеке УСП-12

После выполнения анализа технического задания важным этапом в проектировании приспособления является определение условий закрепления заготовки. На этой стадии конструктор рассчитывает теоретическую силу закрепления и определяет параметры закрепляющего устройства, конечным результатом чего является решение о сохранении конструкции зажимного устройства, либо использовании другого типа механизма или изменение параметров выбранного.

Завершающая стадия проектирования станочного приспособления – расчет точности обработки. Расчет приспособления на точность заключается в определении точности изготовления приспособления по определенному параметру детали. Если основное условие обеспечения точности выполняется, то разработанное универсально–сборное приспособление соответствует параметрам точности, в противном случае в его конструкцию должны быть внесены определенные коррективы.

Таким образом, очевидно, что процесс проектирования универсально–сборных приспособлений представляет собой решение комплексной задачи. Такая сложная структура процесса создания УСП определяет целесообразность применения метода визуального проектирования технических объектов как средства автоматизации и визуализации процесса проектирования. Для этих целей и была разработана библиотека трехмерных параметрических моделей деталей УСП.

Все детали представленного приспособления имеются в разработанной библиотеке. При необходимости для спроектированного приспособления можно получить ассоциативный чертеж с необходимым количеством проекций, сечений, разрезов и т.д.

Список литературы:

1. Капранов А.Е., Прис Н.М. Разработка библиотеки трехмерных параметрических моделей деталей УСП. Технические науки – от теории к практике: материалы XLV международной заочной научно-практической конференции. (28 апреля 2015 г.); Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. – 114 с.

2. Мясников Ю.И. Технологическая оснастка металлорежущих станков. Часть 3. Автоматизация проектирования станочных приспособлений: учебно-методический комплекс / Ю.И. Мясников. – 3-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 160 с.