

Юбилейное издание



ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНСАЛТИНГ

КАТАЛОГ ПРОЕКТОВ

Инженерно-консалтинговая компания «Солвер»
2013 г.

Этап 1. Концептуальное проектирование дизайна приборов и общей компоновки со смежными деталями облицовки салона с использованием модулей Pro/DESIGNER программных средств Pro/ENGINEER.

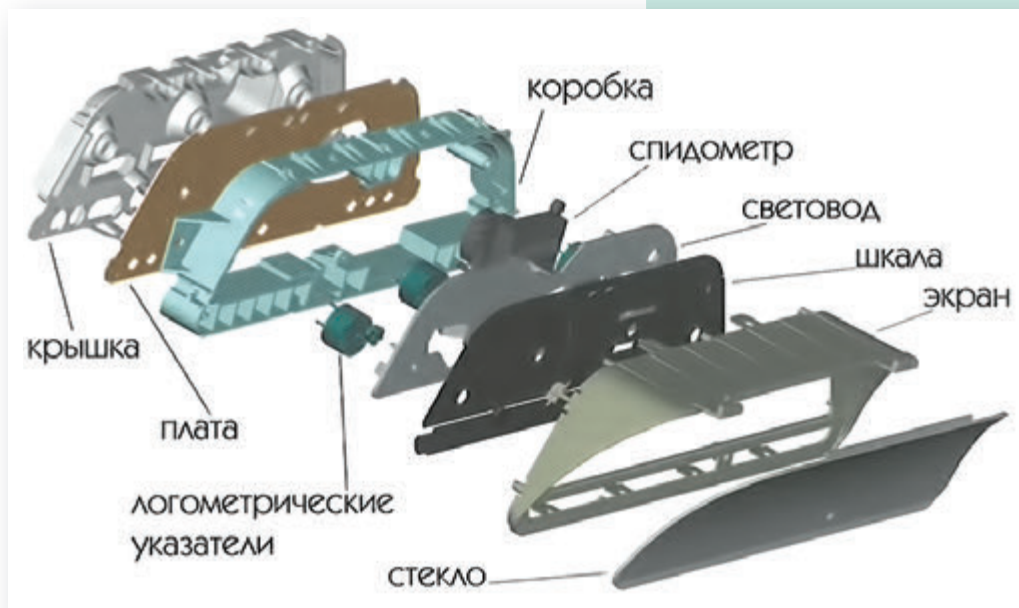
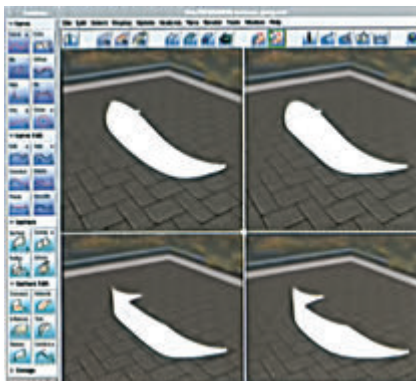
На этом этапе в основном учитываются эстетические факторы и эргономика. На рис. 1 приведены некоторые рассмотренные варианты дизайна внешних обводов комбинации приборов. Выбранный и согласованный с заказчиком базовый вариант дизайна передается в среду трехмерного параметрического проектирования для дальнейших конструкторских разработок.

Этап 2. Рабочее проектирование трехмерной параметрической геометрии деталей комбинации приборов и их сборки (рис. 2 и 3).

Проектирование осуществляется с использованием специальных конструкторских модулей Pro/ENGINEER – Pro/FEATURE, Pro/SURFACE, Pro/ASSEMBLY, Pro/DETAIL.

По сформированной трехмерной сборке комбинации проведен специальный анализ зазорного сопряжения деталей и достигнуты требуемые смежные размеры:

- в нижних углах деталей «стекло» и «экран» (рис. 2);



- во взаимном положении кнопки точного сброса и деталей «световод», «стекло»;
- в контурном центрировании детали «экран» по детали «коробка».

Проконтролированы и обеспечены необходимые натяги в замковых соединениях.

Проектирование сборки осуществляется с наложением всех необходимых условий сопряжения смежных деталей, что позволяет при изменении геометрии одной детали получить автоматическое изменение смежных элементов всех сопряженных с ней деталей (радиусы сопряжения, замки и т.п.).

Этап 3. Получение комплекта сборочных и детализированных чертежей комбинации приборов по сформированной на втором этапе трехмерной геометрии.

Виды, сечения и разрезы на чертежах строятся и образмериваются автоматически – средствами модуля Pro/DETAIL

(программные средства Pro/ENGINEER). Pro/ENGINEER обеспечивает двухстороннюю (или полную) ассоциативность между трехмерной параметрической геометрией и содержаниями чертежей: любые изменения в трехмерных моделях автоматически отображаются в чертежах, и наоборот. Данная особенность позволяет избежать многочисленных ошибок при подготовке производства, а также в процессе его последующего сопровождения. На рис. 4 приведен один из полученных чертежей.

Следует отметить, что чертежи в Pro/ENGINEER оформляются в строгом соответствии с ЕСКД.

Этап 4. Физическое прототипирование деталей комбинации приборов.

В производстве детали комбинации приборов изготавливаются литьем из ABS-пластика. Наиболее приближена к производственной технология получения прототипов (опытных образцов деталей),

разработанная фирмой STRATASYS (США). Это технология получения прототипа детали послойной укладкой расплавляемой нити из ABS-пластика на специализированных установках серии FDM и QUANTUM. Установкой управляет компьютер со специальным программным обеспечением, в котором используется STL-файл с трехмерной геометрии детали из Pro/ENGINEER. Схема процесса показана на рис. 5.

На рис. 6 изображен рабочий момент получения прототипа детали «экран» комбинации приборов на установке FDM-2000, а на рис. 7 — фотография готового прототипа этой детали. Время изготовления прототипа составляет 21 час. Стоимость расходных материалов — 39 долл.

В течение одной рабочей недели можно получить прототипы всех спроектированных деталей комбинации приборов (рис. 2) и проверить в реальности необходимые характеристики: собираемость, внешний вид и др. — до изготовления технологической оснастки и получения пробных отливок. Прототипирование позволяет оперативно оценить и варианты решения как деталей и сборок в целом, так и их отдельных фрагментов (фрагменты могут вырезаться и склеиваться).

Сочетание проектирования комбинации приборов в Pro/ENGINEER и FDM-прототипирования придает процессу проектирования совершенно новое качество — анализ характеристик реального изделия до его производства. Прототип комбинации приборов окончательно согласовывается с заказчиком, и только после внесения необходимых модификаций в основу проекта (трехмерные параметрические модели сборки, деталей) выдается задание службам технологической подготовки производства на разработку оснастки (это делается с помощью средств управления инженерными данными в Pro/ENGINEER — модуля Pro/INTRALINK).

Этап 5. Начало технологического проектирования комбинации приборов

Исследование литейных процессов изготовления деталей в модуле Pro/PLASTIC ADVISOR программного комплекса Pro/ENGINEER. Определяются характеристики кинематики заливки, время остывания отливки в форме, распределение давления

в форме, положение линий холодного спая, параметры литейной машины и др.

На основе такого анализа определяют, в частности, наилучшее расположение литников в пресс-форме, темп раскрытия форм — а значит, производительность процесса.

На рис. 8 показаны результаты анализа детали «экран» на наличие линий холодного спая в зависимости от расположения литников.

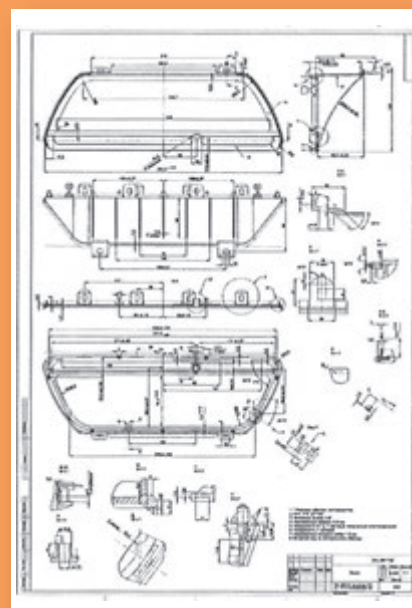
Этап 6. Проектирование технологической оснастки (пресс-форм) для литья деталей комбинации приборов

На основе трехмерных моделей деталей комбинации приборов, полученных на втором этапе, в модуле Pro/MOLDESIGN автоматически строятся формообразующие поверхности пресс-форм с учетом усадки материала, литейных уклонов и радиусов, линий разреза. Проводится анализ извлекаемости отливок из форм. Далее окончательно оформляются трехмерные параметрические модели блоков пресс-форм со всеми входящими деталями (толкателями, штуцерами, крепежом и др.) и ассоциативно оформляются соответствующие чертежи — рис. 9.

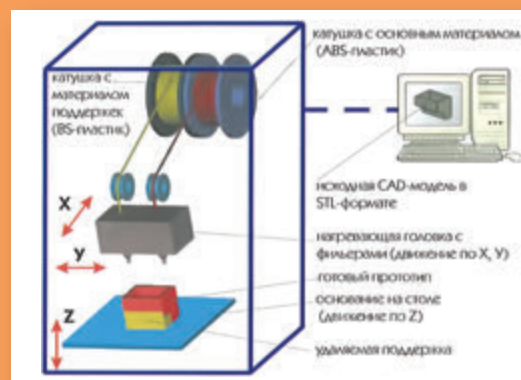
Замечательная особенность природы Pro/ENGINEER — ее полная ассоциативность — позволяет автоматически отображать все изменения элементов геометрии деталей комбинации приборов (производимые в процессе проектирования и необходимой доводки или корректировки изделия) в конструкции пресс-формы. Действует и обратная связь. Так, при проведенном изменении кривой сопряжения деталей «экран» и «стекло» в трехмерной модели сборки (рис. 2) соответствующим образом корректно изменились формообразующие поверхности пресс-форм этих деталей, что исключило трудоемкие процессы проверок и корректировок, присущие «ручному» проектированию, а также особенно трудоемкие процессы слесарной доводки оснастки после получения пробных отливок. Следует отметить, что ручная доводка формообразующих поверхностей пресс-форм порождается в основном несоответствием геометрии детали на «ручном» чертеже конструктора детали и геометрией пресс-форм на «ручном» чертеже конструктора оснастки. Сквозное проектирование в Pro/ENGINEER ис-



3



4



5

ключает подобное несоответствие, резко сокращая время изготовления оснастки и значительно повышая качество изделий. Оценка сокращения времени изготовления приведена ниже.

Этап 7. Получение управляющих программ для станков с ЧПУ, на которых обрабатываются формообразующие поверхности пресс-форм

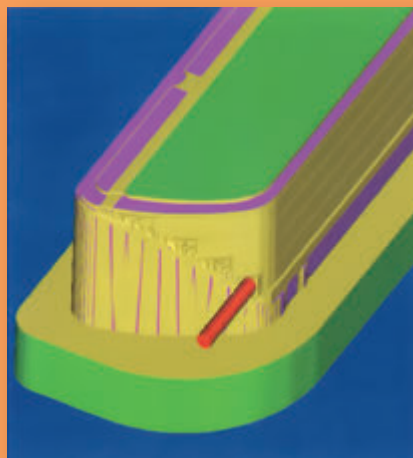
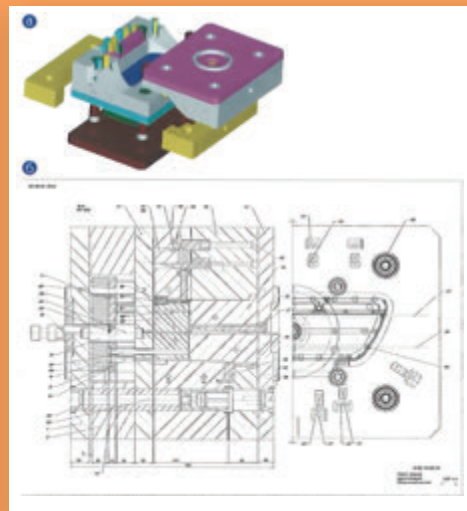
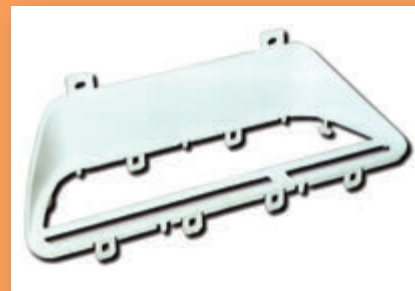
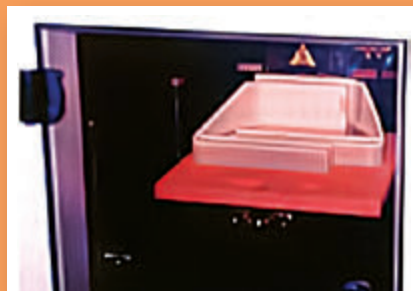
По трехмерной геометрии пуансонов и матриц пресс-форм, спроектированных на шестом этапе (рис. 9), автоматически строятся управляющие программы фрезерной и электроэрозионной обработки — в модулях Pro/MFG (комплекса Pro/ENGINEER). До выхода на станок проводится визуальный контроль движения инструмента (фрезы, электрода) в теле между готовой формой и заготовкой, проводятся необходимые корректировки по параметрам инструмента, режимам обработки (рис. 10).

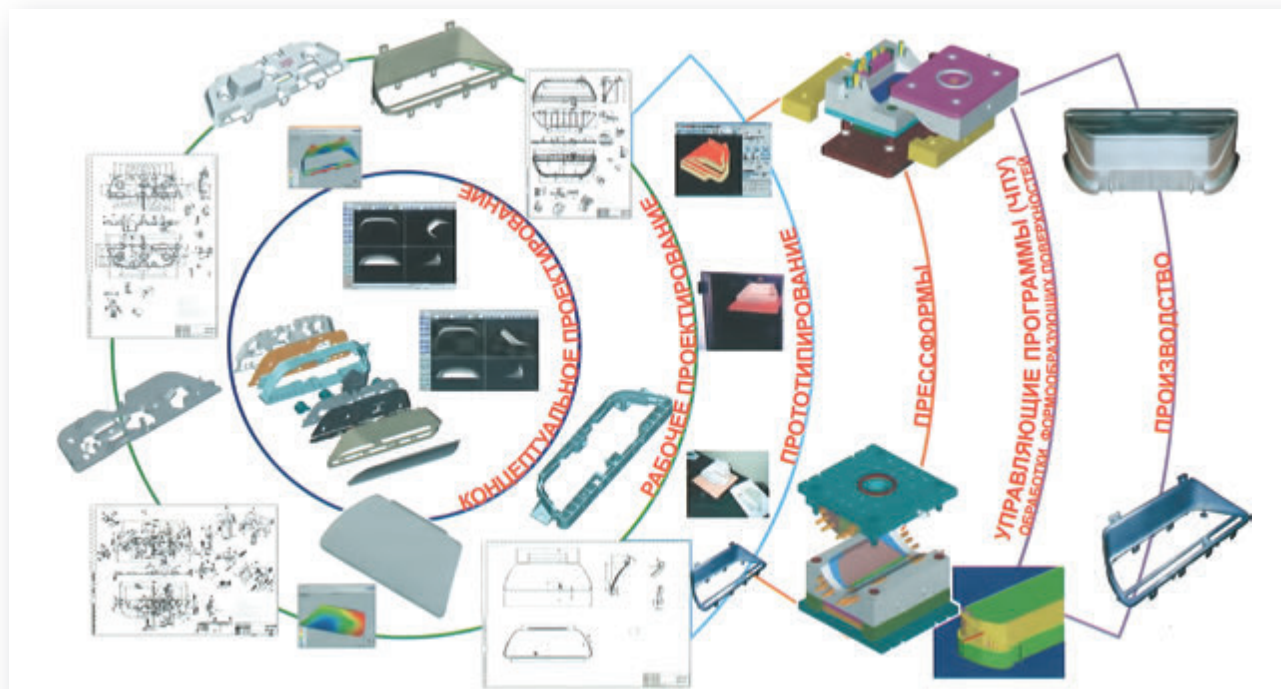
Полная ассоциативность в Pro/ENGINEER обеспечивает автоматическое изменение управляющих программ станка по проводимым изменениям в трехмерной геометрии детали комбинации приборов и (или) по изменениям в оснастке (здесь, как и на шестом этапе, действует и обратная связанность данных). Такая ассоциативность необходимым образом окончательно дополняет информационное единство процессов конструкторского и технологического проектирования в Pro/ENGINEER.

Этап 8. Изготовление пуансонов и матриц пресс-форм для пластмассового литья деталей комбинации приборов

Полученные на седьмом этапе ЧПУ-программы преобразуются в инструкции модулями Pro/NC-POST металлообрабатывающих станков, и далее следует непосредственно процесс обработки формообразующих элементов оснастки. На рис. 11 показана фотография готового пуансона пресс-формы для детали «экран». После достигнутой посредством Pro/ENGINEER высокоточной обработки на станке с ЧПУ пуансон практически не нуждается в слесарной финишной доработке.

Вышеописанные восемь этапов полностью характеризуют сквозной процесс автоматизированного проектирования и изготовления автоприборов, обеспечивающий их высокое качество и резкое сокращение





12

сроков производства. Структуру этого процесса наглядно иллюстрирует рис. 12.

Упомянутое выше сокращение сроков получения готовых изделий по сравнению с традиционными «ручными» процессами отражено сравнительными диаграммами на рис. 13 (по детали «экран»). Аналогичная структура диаграмм характерна и для остальных деталей комбинации приборов (рис. 2).

Анализ диаграммы по традиционным процессам (рис. 13а) показывает, что конструкторская и технологическая подготовка производства составляет всего 6% общей трудоемкости процесса создания изделия, а собственно производство — 94% (52% — изготовление пресс-форм на станках, 42% — слесарные доработки пресс-форм). Следовательно, эффективность внедрения системы сквозного автоматизированного проектирования и производства определяется отношением не сокращением персонала конструкторов и технологов (их вклад в общую трудоемкость всего 6%), а созданием такого уровня компьютерной оснащенности их работы по подготовке производства, при котором резко умень-



13

шится трудоемкость производства (вклад производства в общую трудоемкость — 94%). Предложенная фирмой «Солвер» реализация методологии сквозной автоматизации обеспечивает решение главной задачи — сокращение сроков создания изделия в 5,5 раз (рис. 13а,б) при обеспечении его высокого качества. Характерно,

что относительная доля трудоемкости проектирования в автоматизированном процессе повышается с 6 до 23% (рис. 13б), что свидетельствует об относительном возрастании значимости процессов инженерной подготовки производства с использованием современных технических и программных средств САПР.

Открытые периодические

издания, из которых формировались материалы каталога

В каталог вошли статьи, опубликованные в период с 1998 по 2013 год в следующих периодических изданиях:

- журнал «РБК»,
- журнал «Умное производство»,
- журнал «Эксперт. Оборудование»,
- журнал «Профиль»,
- журнал «САПР и графика»,
- журнал «CAD/CAM/CAE Observer»,
- журнал «Аэрокосмический курьер»,
- портал «RussianAvia.net»,
- журнал «Мир авионики»,
- журнал «Инструмент. Технологии. Оборудование»,
- журнал «Кузнечно-штамповочное оборудование. Обработка металлов давлением»,
- журнал «Литейное производство»,
- журнал «Судостроение» и др.

w w w . s o l v e r . r u