

2. Графкина М.В., Ангелова М.В. Повышение надежности технических систем при изменении техногенных условий в зоне строительства. //Приоритетные направления развития науки и технологий: Доклады Всероссийской научно-техн. конф. – Тула: Изд-во ТУЛГУ, 2007. – С. 35-37.

### **Повышение качества специальной технологической оснастки – стеклоформ с помощью автоматизированной системы КОМПАС 3D v8**

Махин А.В., к.т.н., доц. Санаев Н.К.

*Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала*

Чтобы повысить конкурентоспособность и качество своей продукции, стекольному производству необходим высокий уровень автоматизации и компьютеризации. На существующем производстве осуществить проектирование и изготовление высококачественной специальной технологической оснастки стеклоформ для изготовления стеклотары оригинальной формы в условиях мелкосерийного производства в данный момент практически невозможно. Для повышения качества проектирования стеклоформ, снижения материальных затрат и времени, связанных с проектированием и изготовлением, предлагается внедрить автоматизированный комплекс программ, основанный на системе КОМПАС 3D v8, который существенно облегчает трудоёмкий процесс конструирования, проектирования и подготовки конструкторской документации на специальную технологическую оснастку стеклоформы.

Комплекс состоит из следующих компонентов:

- программа по определению геометрии и объёмных характеристик новой оригинальной стеклотары, имеющей сложную пространственную геометрию;
- программа по моделированию теплового поля, расчёту прочности и стойкости стеклоформы;
- база данных (БД) параметрических моделей в системе автоматизированного проектирования (САПР) КОМПАС 3D v8.

Проектирование стеклоформы для изготовления стеклотары оригинальной формы в условиях мелкосерийного производства с помощью автоматизированного комплекса проводится в следующем порядке.

1. Первая программа предназначена для определения геометрических характеристик стеклотары оригинальной формы. Геометрическое построение любого стеклянного изделия осуществляется с помощью элементарных трёхмерных примитивов (конус, цилиндр, призма, пирамида, эллипсоид, шар и т.д.), сочетающихся друг с другом в различной последовательности. Данная программа работает в диалоговом режиме и помогает конструктору в творческом процессе по определению пространственной формы будущей стеклотары. В качестве исходных данных программа запрашивает параметры литража, геометрических составляющих (элементарных примитивов) будущего изделия и последовательности их сочетания друг с другом. Задаётся один из элементов, размеры которого программа может изменять. Далее программа производит вычисления объёмных характеристик стеклотары, подгоняя под заданный литраж. После того как все условия будут соблюдены, система выводит все необходимые данные для дальнейшей работы: геометрические параметры каждого элементарного примитива, действительный полный литраж будущей стеклотары, массу и объём стекла требуемого на производство спроектированного изделия. Рассчитываются геометрические параметры промежуточной формы стеклотары – "пульки" – на основе имеющихся линейных зависимостей между черновой формой (пульки) и готовой стеклотарой [3].

2. Вторая программа производит моделирование теплового поля в стеклоформе во время технологического процесса формирования стеклотары. Программа по моделированию теплового поля использует данные, полученные в предыдущей программе (геометрия стеклотары). Данная программа, учитывая тепловой режим технологического процесса изготовления стеклотары на производстве [4], вычисляет глубину проникновения излишнего тепла,

## Раздел 2. Технология машиностроения и материалы.

выдает в виде графической зависимости распределение температуры по толщине стеклоформы. Далее производится прочностной расчёт стеклоформы, которая работает в циклически изменяющемся температурном режиме [3]. Программа рассчитывает радиальное, тангенсальное, касательное и эквивалентное напряжения, возникающие в стенке стеклоформы. Программа также определяет минимально допустимую толщину стеклоформы, производит расчёт опасного сечения по тепловым деформациям, возникающим в процессе изготовления стеклотары.

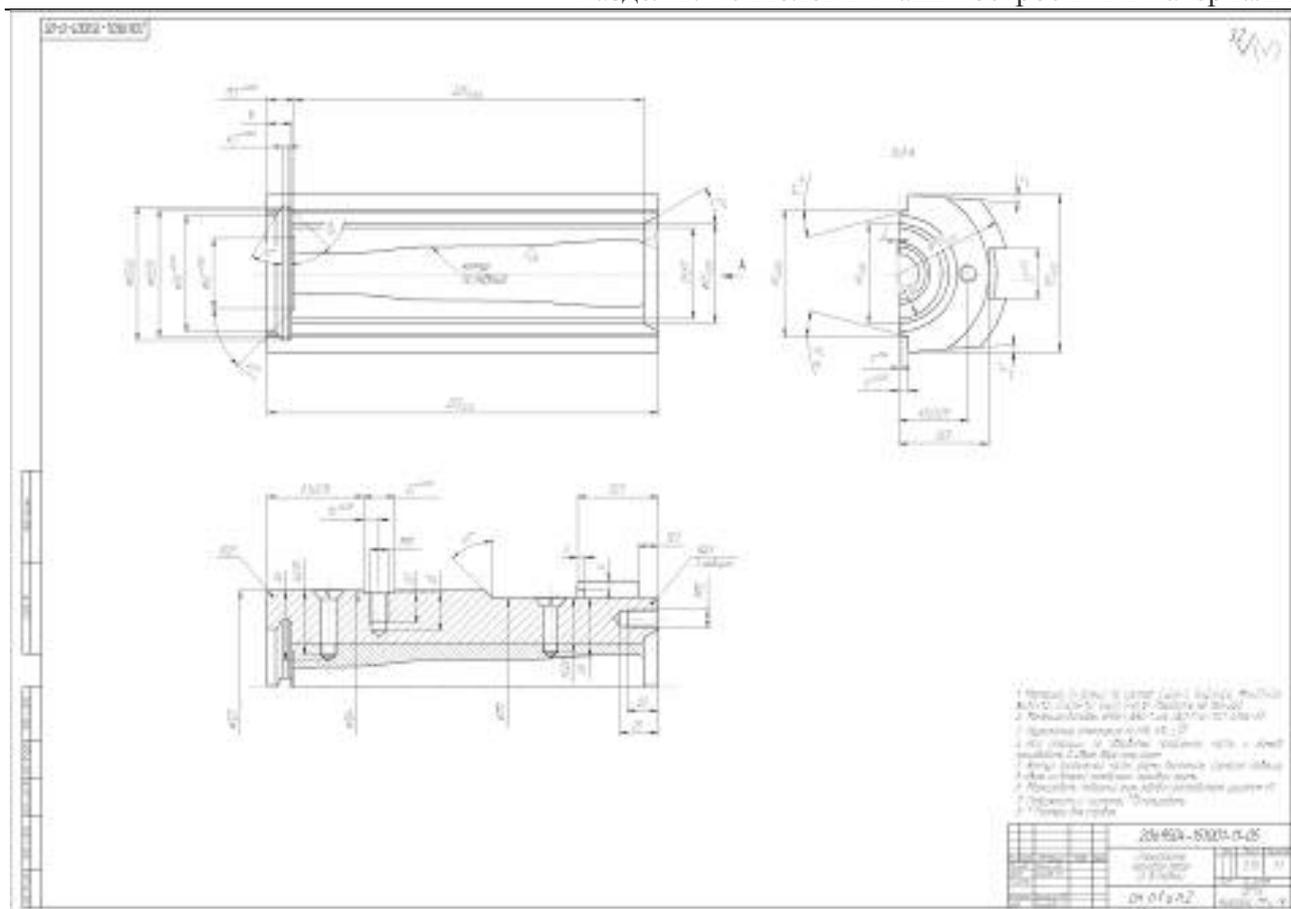
Полученная информация требуется конструктору для задания необходимых характеристик формирующих поверхностей стеклоформы, которые непосредственно контактируют с жидким стеклом, и подбора наиболее приемлемого материала в условиях мелкосерийного производства. Программа автоматически загружает уже имеющуюся базу данных (БД) физико-механических характеристик часто применяемых материалов.

3. Имея в своём распоряжении геометрические данные стеклотары и параметры специальной технологической оснастки – стеклоформы, приступаем к формированию БД трёхмерных моделей стеклотары и стеклоформы в системе КОМПАС 3D v8. После этого формируем чертёжную документацию с помощью САПР КОМПАС 3D v8. Все необходимые виды и сечения берём с соответствующей трёхмерной модели, затем проставляем все необходимые размеры в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД). Таким образом, формируется параметрический чертёж специальной технологической оснастки стеклоформы по производству оригинальной стеклотары. Параметрический чертёж характеризуется тем, что при изменении размеров трёхмерной модели на чертеже автоматически изменяются соответствующие виды и размеры.

На основе результатов работы программного комплекса нами создана БД параметрических моделей стеклотары оригинальной формы в трёхмерном виде и в виде чертёжной документации в САПР КОМПАС 3D v8 [1]. Теперь конструктору необходимо только выбрать подходящую модель стеклотары с ориентировочными параметрами. Затем с этими параметрами модель прогоняется по вышеуказанным программам (при необходимости производится коррекция первоначальных размеров). После этого в САПР КОМПАС 3D v8 формируется трёхмерная модель стеклотары с рассчитанными геометрическими параметрами. Затем вызывается модель стеклоформы, и в неё вписывают рассчитанную модель стеклотары (рис. 1). Далее, при вызове соответствующего чертежа, система автоматически обновляет связи с трёхмерной моделью (на основе однонаправленной ассоциативности), и в итоге мы получаем готовый чертёж (рис. 2) специальной технологической оснастки стеклоформы для изготовления стеклотары оригинальной формы, который остаётся только распечатать на плоттере.



**Рис. 1. Трёхмерная модель составной стеклоформы (черновая).**



**Рис. 2. Чертёж составной стеклоформы (черновая).**

Трёхмерные модели удобны ещё и тем, что есть возможность использовать их при автоматизированной подготовке технологических процессов по изготовлению оснастки. Поскольку внутренняя полость стеклоформы имеет сложную пространственную форму, а также сложные гравировки, то это значительно усложняет проектирование управляющих программ (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) по обработке этих полостей. Полученную трёхмерную модель можно импортировать в таких системах, как КОМПАС ЧПУ, T-Flex, GeMMa 3D и др. для автоматизированного проектирования УП. Подобные системы намного упрощают проектирование УП по обработке сложных пространственных форм и гравировок, а также в них имеется мощный аппарат по визуализации и анимации траекторий инструмента, что позволяет исключить прогоны УП на станках и повысить качество получаемых УП.

Применение разработанного автоматизированного комплекса повышает скорость и точность конструкторских расчётов, повышает качество и снижает сроки подготовки конструкторской документации, что в конечном итоге влияет на снижение себестоимости и повышение качества специальной технологической оснастки стеклоформ.

На основе разработанного автоматизированного комплекса нами был спроектирован комплект специальной технологической оснастки стеклоформ для производства оригинальной стеклотары в условиях мелкосерийного производства. Комплект состоит из двух пар стеклоформ (черновой и чистовой) для выдувания стеклотары на стеклоформующем полуавтомате АВ-4.

Основная деталь изготовлена из серого чугуна СЧ 21-40, а внутренняя полость стеклотары формируется в сменных вкладышах, которые после отработки ресурса могут быть заменены другими (рис. 3). Выбор материала вкладыша осуществляется с помощью автоматизированного комплекса в зависимости от режимов технологического процесса изготовления

стеклотары и программы выпуска стеклотары. Подбирается такой материал, который был бы недорогим и легкообрабатываемым и имел бы достаточный запас прочности. По полученным данным неплохими показателями, наравне с серыми чугунами, обладают алюминиевые бронзы (БрАЖ-9-4 и БрАЖМц-10-3-1,5) и теплостойкие алюминиевые сплавы (АК 4-1, САП-1 и В-95).

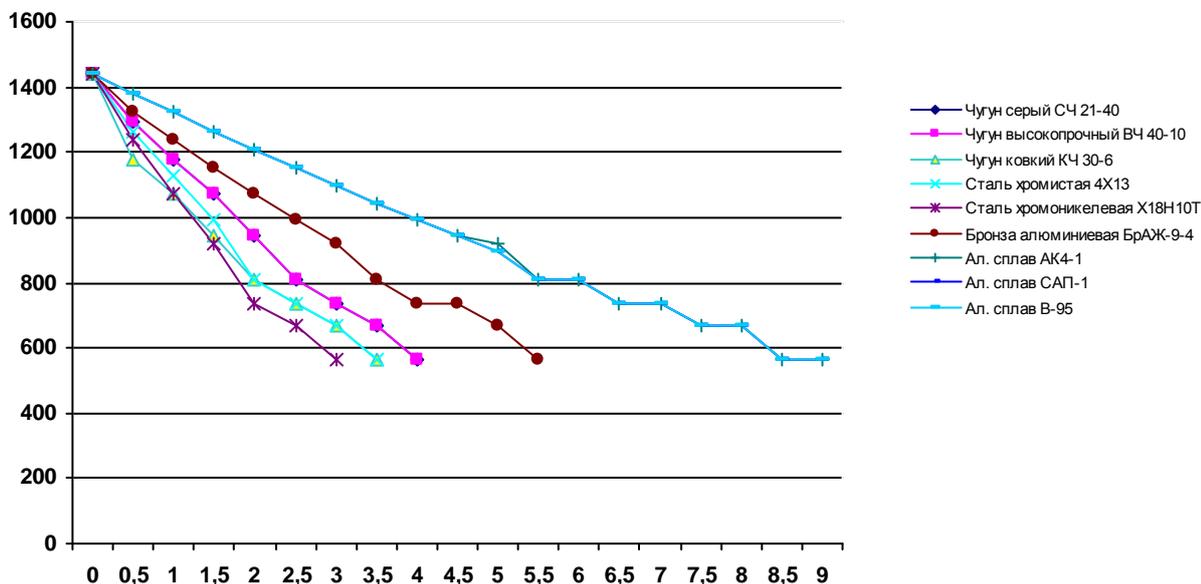


Рис. 3. График распределения температурного поля для различных материалов

Основным удобством составных стеклоформ является то, что за короткий промежуток времени можно переналадить стеклоформирующую машину на производство другого вида стеклотары, лишь сменив набор вкладышей.

#### Выводы

Разработанный нами автоматизированный комплекс был использован при изготовлении специальной технологической оснастки стеклоформ на ОАО завод "Сепаратор". На проектирование нового изделия, подготовку технологического процесса с разработкой УП для станков с ЧПУ, организацию производства и изготовление полного комплекта стеклоформ для формования стеклотары оригинальной формы было затрачено 3 дня. Себестоимость комплекта форм составила 51754,72 руб. При апробации комплекта форм на ОАО "Стекловолокно" было изготовлено 1000 шт. стеклотары, себестоимость единицы составила 113,25 руб., цена – 170 руб. за единицу стеклотары.

Внедрение компьютеризированного комплекса сказывается также на снижении затрат на комплектацию технологической оснастки – комплект форм фирмы "Скlostрой" г.Турнов, Чешская Республика стоит 18500 у.е. [5], себестоимость же нашего комплекта составила 2215 у.е.

#### Литература

1. КОМПАС График для Windows. Руководство пользователя в 3-х частях. Часть 1. - СПб.: Аскон, 1999. - 406 с.
2. Красильникова Г.А. Автоматизация инженерно-графических работ. - С-Пб.: Питер, 2000. - 256 с.
3. Степанов И.Е., Гладштейн И.Е. Конструирование форм для стеклянных изделий. - М.: Легкая индустрия, 1974. - 208 с.
4. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технических системах: Учебник для ВУЗов. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
5. Бизнес-план по организации производства стеклоформ. Каспийск 1997.