

ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

К.т.н., С.В. Сотник¹, к.т.н., Д.В. Мосьпан²

1. Харьковский национальный университет радиоэлектроники

2. Кременчугский национальный университет имени М. Остроградского

В данной статье речь идет о качестве пластмассовых деталей, которые получены методом литья под давлением. Исследованы методы оценки качества. Приведены расчётные соотношения основных показателей качества.

У даній статті мова йде про якість пластмасових деталей, що отримані методом виливання під тиском. Досліджені методи оцінки якості. Приведено розрахункові співвідношення основних показників якості.

In this article it is a question of plastic details quality which are received by a molding method under pressure. Methods of an quality assessment are investigated. The calculated ratios of the main quality indicators.

Ключевые слова: методы оценки, показатели качества, контроль качества, факторы, литьевая форма, детали из пластмасс

Введение

Производство деталей из пластмасс включает ряд этапов. После определения окончательной конструкции изготовления формующего инструмента и выбора полимерного материала начинается действительный процесс изготовления изделий. До осуществления процесса производства необходимо установить требуемые значения параметров для технологического процесса (ТП), которые непосредственно влияют а качество получаемых деталей. Например, для гарантии того, что формующая полость заполняется и уплотняется расплавам необходимого качества и необходимой температуры используются такие параметры технологического процесса, как пластикационная производительность литьевой машины, т. е. количество расплава материала, которое вырабатывается в материальном цилиндре литьевой машины в единицу времени (в течение цикла), тип шнека и конструкция стопорного кольца. Кроме того, необходимо обеспечить практически одновременное (с максимальной разницей в 1 секунду) застывание (затвердевание) материала во впускных литниках, что позволяет удостовериться в том, что в формующих гнездах не будет осуществляться чрезмерно резкое уменьшение давления при обратном движении (отводе) шнека для набора дозы расплава для следующего цикла формования и давление уплотнения не будет воздействовать только на область вблизи впускных литников.

Размер литьевой машины и тоннаж ее узла смыкания полуформ должны соответствовать размеру формующего инструмента, а пластикационной производительности литьевой машины должно хватать для обеспечения качественного формования изделия. Такие параметры рассматриваются очень редко, но они

оказывают существенное влияние на качество получаемых изделий. Пластикационная производительность каждой литьевой машины рассчитывается и определяется по полистиролу. В случае большой величины пластикационной производительности или при слишком большом размере шнека материал может довольно длительное время пребывать в материальном цилиндре литьевой машины, что может приводить к перегреванию и деструкции полимера. При слишком малой пластикационной производительности в формующую полость будет подаваться слишком малое количество расплава, в результате чего материал не будет должным образом уплотняться в каждом формующем гнезде в течение цикла формования при отводе шнека и наборе новой порции расплава для осуществления следующего цикла формования.

Обзор методов оценки качества

Главными, важными и влиятельными, но не единственными, факторами конкуренции изделий являются цена и качество. Причем, в условиях рыночных отношений возрастает роль неценовой конкуренции, когда завоевать потребителя можно только через высокое качество. Качество требовалось и обеспечивалось во все времена.

Качество литьевых деталей зависит от свойств полимерного материала, технологических параметров литья, условий подготовки материала к переработке, а также от технического уровня применяемого оборудования и оснастки [1].

Следовательно, решение вопроса получения качественной детали, формуемой методом литья под давлением, является актуальным.

При осуществлении контроля качества в течение процесса литья, производится периодическая проверка качества изделий и выполнения требований к точности размеров и формы изделий. При осуществлении такого контроля в режиме реального времени следует определить допустимые размеры изделия, которые будут отличаться от правильных размеров изделия после его охлаждения и стабилизации.

Высокое качество детали будет достигнуто тогда, когда выбранные материал и технологический процесс будут удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям изделия: электрической и механической прочности, диэлектрической проницаемости, тангенсу угла диэлектрических потерь, прочности, плотности и т.п. Эти требования должны быть учтены при создании элементной базы (микросхем, микросборок и т.п.) и элементов базовых несущих конструкций), печатных плат, панелей, рам, стоек, каркасов и др.

Процедура оценивания уровня качества включает следующие этапы:

- 1) выбор номенклатуры показателей качества;
- 2) определение значений показателей;
- 3) выбор базовых значений показателей;
- 4) выбор метода оценивания уровня качества;
- 5) определение уровня качества.

Для начала рассмотрим существующие методы определения значений показателей качества изделий подразделяются на две основные группы (рис. 1).

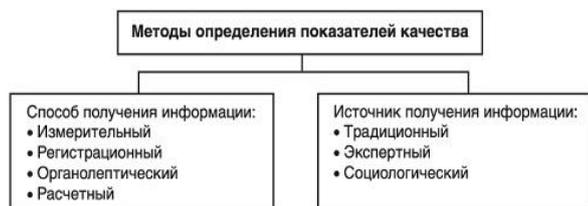


Рис. 1. Классификация методов определения значений показателей качества

1-й метод. Способ получения информации. Измерительный способ основан на информации, получаемой с обязательным использованием технических измерительных средств, предусмотренных конструкцией изделия или дополнительных.

Измерительные методы взаимосвязаны с органолептическими методами, но не заменяют их. Достоинства измерительных методов – объективность оценки, выражение результатов в общепринятых единицах измерения, сопоставимость и воспроизводимость результатов – устраняют недостатки органолептических методов. В связи с этим сочетание методов этих двух групп позволяет провести наиболее полную экспертную оценку товаров.

Регистрационный способ – используется информация, получаемая путем подсчета (регистрации) числа определенных событий, предметов или затрат. Например, регистрация: количества отказов изделия при испытаниях; затрат на создание и эксплуатацию изделия. С помощью этого способа можно определить показатели технологичности, экономичности, патентно-правовые, стандартизации и унификации.

Органолептический способ – используется информация, получаемая в результате анализа восприятия органов чувств. Точность и достоверность результатов при данном методе зависят от способностей, квалификации и навыков лиц, выполняющих эту работу, а также от возможности использования специальных технических средств, повышающих разрешающие способности организма человека (микроскопы, микрофоны и др.).

Расчетный способ – основан на использовании теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества изделий от ее параметров. Применяется в основном при проектировании изделий и служит для определения производительности, мощности, прочности и т.п.

К преимуществам расчетных методов можно отнести малую трудоемкость, относительно малую погрешность и большую надежность полученных результатов, а к недостаткам – относительную

технологическую сложность и большие затраты времени на разработку методики оценки качества.

Рассмотренные способы применяются совместно на различных стадиях жизненного цикла изделий.

2-й метод. Источник получения информации.

Традиционный источник информации – показатели качества определяются должностными лицами специализированных экспертных лабораторий, полигонов, стендов, конструкторских отделов, вычислительных центров, служб надежности. Информация о показателях формируется в процессе испытаний изделий, условия проведения которых должны быть приближены к нормальным или форсированным эксплуатационным.

Экспертный источник информации – определение значений показателей качества осуществляется на основе решения, принимаемого группой специалистов-экспертов. Этим методом пользуются в тех случаях, когда показатели качества изделий не могут быть определены более объективными способами.

Социологический источник информации – основан на сборе и анализе информации о мнении фактических или возможных потребителей изделий. Сбор информации осуществляется в ходе устного опроса или с помощью распространения анкет, а также путем организации конференций, выставок, аукционов и т.п.

На сегодняшний день существует целый ряд методов оценки качества.

Основные методы оценки уровня качества изделий представлены на рис. 2.

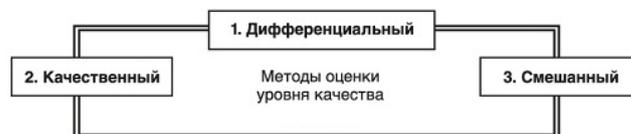


Рис. 2. Основные методы оценки уровня качества изделий

1) Дифференциальные методы применяются для оценки частных (единичных) показателей качества.

Дифференцированный метод – основан на использовании единичных показателей, чтобы определить, по каким из них достигнут уровень базового образца и значения каких наиболее отличаются от базовых.

Расчет относительных показателей качества изделий ведется по формуле:

$$Q_i = \frac{K_i}{K_{i\delta}}, \quad (1)$$

где K_i – значение i -го показателя качества оцениваемой изделий;

$K_{i\delta}$ – значение i -го базового показателя;

$i = 1, \dots, n$ – количество оцениваемых показателей качества.

Если одни относительные показатели по результатам расчетов оказались лучше, а другие хуже, применяют комплексный, или смешанный, метод оценки. Уровень качества оцениваемой изделий, для которого существенно важно значение каждого показателя, считается ниже базового, если хотя бы один из относительных показателей хуже.

Дифференциальные методы применяются для оценки частных (единичных), достоинство в том, что исключается необходимость определения коэффициента весомости оцениваемого показателя качества, а недостатками – сравнительная форма фиксации значения оценки ("лучше" – "хуже") и возможность суждения о качестве изделия в целом лишь в тех случаях, когда значения всех единичных показателей качества оцениваемого изделия выше или ниже соответствующих базовых значений показателей.

2) Качественный метод – основан на применении обобщенного показателя качества изделий, который представляет собой функцию от единичных показателей. Обобщенный показатель может быть выражен главным показателем, отражающим основное назначение изделий, интегральным или средневзвешенным. Интегральный показатель используется тогда, когда можно установить суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления изделий и суммарные затраты на создание и эксплуатацию изделий. Интегральный показатель может быть рассчитан по следующей формуле:

$$I = \frac{ПЭ_T}{\sum_{t=0}^T (З_{ct} + З_{ст})} \times K_t, \quad (2)$$

где $ПЭ_T$ – суммарный полезный эффект от эксплуатации технического устройства за расчетный период или полезный срок использования (например, выработка электроэнергии энергоблоком в кВт ч, работа грузового автомобиля в т-км);

$З_{ct}$ – затраты на создание технического устройства (разработку, изготовление, монтаж) в году t ;

$З_{ст}$ – затраты на эксплуатацию технического устройства (техническое обслуживание, ремонт и другие эксплуатационные расходы) в году t ;

K_t – коэффициент приведения (дисконтирования) разновременных затрат к одному году;

T – расчетный период (полезный или нормативный срок службы).

Средневзвешенные показатели применяют, если нельзя установить функциональную зависимость главного показателя от исходных показателей качества, но возможно с достаточной степенью точности определить параметры весомости усредняемых показателей. Например, средний взвешенный арифметический показатель вычисляется по формуле

$$W = \sum_{i=1}^n m_i(w) \times P_i \quad \text{или} \quad W = \sum_{i=1}^n m_i(w), \quad (3)$$

где $m_i(w)$ – параметр весомости i -го показателя, входящего в обобщенный показатель (w);

P_i – значение i -го показателя качества оцениваемой изделий;

Q_i – значение i -го относительного показателя качества изделий.

3) Смешанный метод – основан на одновременном использовании единичных и комплексных (обобщенных) показателей оценки качества изделий. Он применяется в тех случаях, когда совокупность единичных показателей является достаточно обширной и анализ каждого из них дифференциальным методом не позволяет получить обобщающих выводов или когда обобщенный показатель при комплексном методе недостаточно полно учитывает все существенные свойства изделий и не позволяет получить выводы о группах свойств.

При смешанном методе необходимо часть единичных показателей объединить в группы и для каждой определить соответствующий комплексный показатель; при этом отдельные важные показатели можно не объединять, а применять как единичные. На основе полученной совокупности комплексных и единичных показателей можно оценивать уровень качества изделий уже дифференциальным методом.

Для оценки качества совокупности видов разнородной изделий используются индексы качества и дефектности.

Индекс качества изделий – это комплексный показатель качества разнородных изделий, равный средневзвешенному значению относительного показателя качества различных видов изделий за рассматриваемый период. Пусть, что за какой-то период времени выпущено «S-видов изделий. Для каждого вида изделий определен комплексный показатель качества K_i ($i = 1, 2, \dots, S$) и базовый показатель качества $K_{i\delta}$.

Индекс качества I равен:

$$I = \sum_{i=1}^S a_i \frac{K_i}{K_{i\delta}}, \quad \text{если} \quad a_1 + a_2 + \dots + a_S = 1, \quad (4)$$

где a_i – коэффициент весомости.

Индекс дефектности изделий – это комплексный показатель качества разнородной изделий, равный средневзвешенному значению относительных коэффициентов дефектности различных видов изделий за рассматриваемый период. Индекс дефектности H равен:

$$H = \sum_{i=1}^S a_i Q_D, \quad (5)$$

где Q_D – относительный коэффициент дефектности.

Показателем качества обязательно является количественная характеристика тех свойств изделий, которые определяют ее качество применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации. Показатель качества изделий может относиться к одному из ее свойств (единичный показатель качества) или к нескольким свойствам (комплексный показатель). За базовый образец может быть принята реально существующая конструкция или заданная (гипотетическая) модель, для которой установлены необходимые показатели качества. Большинство показателей качества, оценивающих выходные параметры изделий и их техническое состояние, поддаются измерению и могут быть получены экспериментальными или расчетными методами.

Также существует следующая классификация методов оценки качества: прямого счета, параметрический (рис. 3.) [3–16].

Метод прямого счета классифицируют по конечному прямому результату (экономическому): 1) по экономической эффективности для субъекта, создающего качество; 2) по экономической эффективности для субъекта, потребляющего качество.

Суть первого метода в определении: полезного эффекта для создателя формуемого объекта; затрат на создание. Определение эффективности для создателя применяют фирмы при сбытовой концепции.

Суть второго метода в определении: полезного эффекта для потребителя формуемого объекта; общих затрат потребителя; эффективности для потребителя применяют фирмы при маркетинговой концепции.



Рис. 3. Классификация методов оценки качества деталей

Параметрические методы оценки по комплексу, параметрам и соответствующим методам оценки подразделяются на экспертные и расчетные.

Экспертные методы включают: оценку «мягких параметров» (эстетических, эргономических и т.п.).

Расчетные методы включают: оценку «жестких параметров» (КПД, надежность, быстродействие), а также могут быть оценены: единичные и групповые параметры качества; рынок, посредники и уровень конкуренции; оценочные числа; рейтинги; проведение индексная оценка.

Так как качество – сложное свойство, то его можно рассматривать как большую систему, что

позволяет применить методологию системного подхода при проведении исследований.

Простые свойства изделий играют роль элементов большой системы.

Пусть отдельные свойства деталей, формуемых методом литья под давлением, составляют иерархическую структуру качества (рис. 1), то путем измерений или вычислений можно получать численные характеристики P_{ij} . Назовем их абсолютными показателями качества этих свойств. (j – число свойств, лежащих на i -м уровне; $j = 1, 2, \dots, n$).

Тогда относительный показатель качества представляет собой функцию абсолютного показателя качества P_{ij} и базового $P_{ij}^{баз}$.

$$K_{ij} = f_1(P_{ij}, P_{ij}^{баз}), \quad (6)$$

или

$$K_{ij} = f_2\left(\frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}}\right). \quad (7)$$

Таким образом, в квалиметрии могут производиться действия двух видов: нахождение абсолютного показателя P_{ij} и определение относительного показателя качества K_{ij} .

Рассмотрим различие между понятиями «измерение» и «оценка». Измерение какого-то свойства – это процесс нахождения численного значения показателя P_{ij} , выражающего собой абсолютное значение этого свойства в соответствующих единицах измерения. Оценка же представляет результат сопоставления абсолютного показателя P_{ij} с соответствующим показателем P_{ij} баз, принятым за эталон. Относительная характеристика изделий, основанная на сопоставлении значений показателей качества оцениваемой изделий с базовыми значениями соответствующих показателей, называется уровнем качества изделий [17–22].

Базовые значения показателей качества – это значения показателей качества базовой модели, отечественного или зарубежного аналога, имеющего на данное время качество. Здесь всегда надо иметь в виду, что такие оценки являются субъективными, так как выбор базовой модели, как правило, не является объективным и зависит от квалификации, информированности и даже добропорядочности лица, принимающего решение.

Рассмотрим подробнее комплексные методы оценки качества деталей из пластмасс. К ним относятся: групповые, интегральные, обобщенные.

Групповые (комбинированные) методы используются для оценивания отдельных групп характеристик. Например, функциональные характеристики [22, 23, 24].

Интегральное оценивание представлено как процесс, включающий три стадии:

1. Анализ условий использования и требований потребителя, определение характеристик качества и построение их структуры.

2. Оценка отдельных характеристик.

3. Оценка комплексных характеристик и качества в целом.

Классификация комплексных (обобщенных) показателей качества приведена на рис. 4.

Комплексный показатель качества (КПК) в общем случае является функционалом от единичных показателей качества.

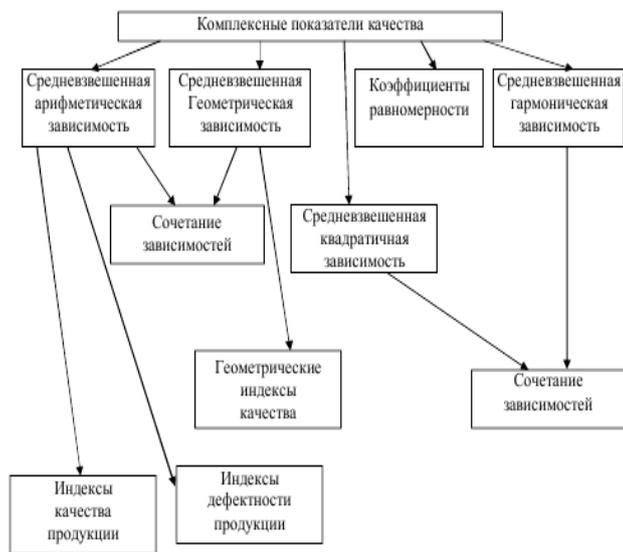


Рис. 4. Классификация комплексных (обобщенных) показателей качества

Если показатели качества имеют количественную меру качества, то комплексный показатель качества есть некоторый функционал от частных мер качества P_i и их весовости a_i , характеризующих силу влияния частных показателей качества на комплексный показатель K :

$$K = \Phi(P_1, P_2, \dots, P_n, a_1, a_2, \dots, a_n). \quad (8)$$

Общая проблема оценки качества изделий, распадается на две части. Первая касается измерения показателей отдельных свойств, составляющих качество, и является объектом метрологии, вторая касается измерения показателей совокупности (комплекса) свойств, т.е. измерения качества, и является объектом квалиметрии.

Выводы

В работе проанализированы методы и выделены достоинства и недостатки существующих методов оценки качества.

С помощью регистрационного метода показатели качества определяют на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий, предметов или затрат.

Основными достоинствами измерительного метода являются его объективность и точность. Этот метод позволяет получать легко воспроизводимые

числовые значения показателей качества, которые выражаются в конкретных единицах.

Дифференциальные методы применяются для оценки частных (единичных).

Интегральные методы применяются для оценивания всего качества изделия в целом. Количественное оценивание интегрального качества – это процесс, на выходе которого получается в комплексной количественной форме информация о качестве объекта с учетом не отдельных, а одновременно всех его свойств. Интегральные методы – наиболее сложные, так как определяют свойство изделия, представляющее собой совокупность свойств качества и экономичности (т. е. результатов и затрат) изделий.

Экспертные методы в практике очень распространены, однако, к недостаткам экспертных методов следует отнести большую трудоемкость, связанную с необходимостью привлечения в качестве экспертов многих квалифицированных специалистов, относительно большую погрешность и малую надежность итоговых результатов.

Для оценки уровня качества однородной продукции применяют дифференциальный, комплексный и смешанный методы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сотник С.В. Метод оценки уровня качества полимерных деталей / С.В. Сотник // *Технология приборостроения*. – X. – № 2, – 2012, – С. 9 – 13.
2. Мартин Бихлер Швайт Детали из пластмасс отливать без дефектов / М. Бихлер Швайт. – 1999. – 110 с.
3. Невлюдов И.Ш. Технологическое обеспечение точности размеров при формообразовании пластмассовых изделий / И.Ш. Невлюдов, С.В. Сотник // *Электронная компонентная база. Состояние и перспективы развития: 2-я Ме-ждународная научная конф., 30 сент. – 3 окт. 2009 г.: тез. докл. – Харьков–Кацевели, 2009. – С. 183–186.*
4. Сотник С.В. Особенности формирования показателя качества при изготовлении пластмассовых изделий / С.В. Сотник, Е.В. Иевлев // *Вестник национального технического университета ХПИ – № 58. – 2011, – 140 – 143 с.*
5. Невлюдов И.Ш. Информационная модель технологической оснастки для производства пластмассовых деталей / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // *Технология приборостроения. – 2007. – № 1. – С. 28–31.*
6. Невлюдов И.Ш. Анализ методов принятия решения при проектировании технологической оснастки / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // *Радиоэлектроника и информатика. – 2007. – № 2(37). – С. 69–73.*
7. Невлюдов И.Ш. Выбор технологических режимов при автоматизированном проектировании технологической оснастки для изготовления полимерных материалов / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. «ХАІ». – 2008. – № 1(28). – С. 82–86.*
8. Сотник С.В. Информационное моделирование функционирования технологической оснастки для изготовления деталей из пластмасс / С.В. Сотник // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 4/5(34). – С. 21–23.*
9. Невлюдов И.Ш. Структурно-параметрическое описание литьевой формы для производства деталей из пластмассы / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // *Технология приборостроения. – 2008. – № 1. – С. 40–44.*

10. Второв Е.П. Выбор материала при проектировании литьевой формы / Е.П. Второв, С.В. Сотник, Е.А. Бойко // Вестник НТУ «ХПИ». – 2008. – № 43. – С. 125–128.

11. Невлюдов И.Ш. Интегрированная система проектирования оснастки для изготовления деталей из пластмассы / И.Ш. Невлюдов, А.А. Андрусевич, С.В. Сотник // Технология приборостроения. – 2009. – № 1. – С. 10–13.

12. Невлюдов И.Ш. Метод расчета оформляющих деталей формообразующей оснастки для технологического обеспечения жизненного цикла пластмассовых изделий РЭА / И.Ш. Невлюдов, А.А. Андрусевич, С.В. Сотник // Радиотехника. – Ч. 2. – X., 2009. – № 156. – С. – 240–243.

13. Невлюдов И.Ш. Термодинамическая модель жизненного цикла электронной аппаратуры / И.Ш. Невлюдов, А.А. Андрусевич, С.В. Сотник // Вісті академії інженерних наук України. – 2007. – № 3(33). – С. 132–134.

14. Невлюдов И.Ш. Решение задачи оптимизации расположения поверхностей разъема литьевой формы в САПР / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // Новые технологии в машиностроении. «ХАИ». – 2008. – № 3(54). – С. 95–100.

15. Невлюдов И.Ш. Выбор технологических режимов при автоматизированном проектировании технологической оснастки для изготовления полимерных материалов / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // Новые технологии в машиностроении. «ХАИ». 3 – 8 сент. 2007 г.: тез. докл. – Харьков-Рыбачье, 2007. – С. 18.

16. Сотник С.В. Принятие технического решения при проектировании технологической оснастки / С.В. Сотник // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 11-й Международ. молодеж. форум, 10 – 12 апр. 2007 г.: тез. докл. – X., 2007. – С. 244.

17. Сотник С.В. Модель функціонування технологічного оснащення / С.В. Сотник // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 12-й Международ. молодеж. форум, 1 – 3 апр. 2008 г.: тез. докл. – X., 2008. – С. 223.

18. Невлюдов И.Ш. Диагностирование литьевых форм для изготовления изделий из пластмассы / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // Электронная компонентная база. Состояние и перспективы развития «МРФ – 2008»: 1-ая Международная научная конф., 30 сент. – 3 окт. 2008 г.: тез. докл. – Харьков – Судак, 2008. – С. 187–190.

19. Сотник С.В. Обработка данных в модуле расчета конструктивных параметров технологической оснастки в САПР / С.В. Сотник // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций «РТ – 2008»: 4-я Международная молодежная научно-техническая конф., 21 – 25 апр. 2008 г.: тез. докл. – Севастополь, 2008. – С. 228.

20. Невлюдов И.Ш. Решение задачи оптимизации расположения поверхностей разъема литьевой формы в САПР / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // Новые технологии в машиностроении: 18-я Международная конф., 3 – 8 сент. 2008 г.: тез. докл. – Харьков-Рыбачье, 2008. – С. 17.

21. Сотник С.В. Структурно-параметричне моделювання технологічної оснастки / С.В. Сотник // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 13-й Международ. молодеж. форум, 30 марта – 1 апр. 2009 г.: тез. докл. – X., 2009. – С. 111.

22. Сотник С.В. Расчетные соотношения для термостабилизации в технологической оснастке при изготовлении изделий РЭА / С.В. Сотник, А.А. Андрусевич // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ – 2009”: 5-я Международная молодежная научно-техническая конф., 20 – 25 апр. 2009 г.: тез. докл. – Севастополь, 2009. – С. 207.

23. Henryk Zawistowski. Особенности проектирования и производства литьевых форм / Henryk Zawistowski,

Третьяков Артем. // "Полимеры-Деньги". – № 4. – 2005. – с. 5–12.

24. Lupton F.J. Some Aspects of Injection mould Design Plastics. – Product design engineering, 2006. – № 4. – p. 73.