

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

© 2015

А.В. Гордеев, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Н.Ю. Логинов, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Ключевые слова: оптимизация параметров технических решений; техническое творчество; математическая модель; техническое противоречие; физическое противоречие.

Аннотация: К решению инженерных задач существует два принципиально разных подхода. Суть первого состоит в оптимизации параметров технических решений, применяя какой-либо уже известный алгоритм, например, математическое или какое-то иное моделирование. Другим подходом является создание нового технического решения при помощи технического творчества. При решении сложных задач применимы оба эти подхода. Целью исследования является нахождение правильного соотношения технических приемов с учетом оптимизации и технического творчества.

Оптимизацию параметров технического объекта можно свести к поиску их наилучших сочетаний при экстремальных значениях целевой функции и выполнении требований заданных технических ограничений. В результате задача сводится к решению системы уравнений и неравенств математической модели, которые определяют зависимость ограничивающих показателей и целевой функции от параметров оптимизации. Однако решение математической модели позволяет определить оптимальные параметры объекта только в условиях заданных ограничений. Расширить же границы ограничений можно только путем создания новых технических решений. А этого можно добиться с помощью выявления и разрешения содержащихся в задаче противоречий, то есть путем применения методологии технического творчества.

Приведенные примеры показывают, что наиболее эффективные решения технических задач получаются при сочетании оптимизации параметров объекта и методики технического творчества. Описанный подход к решению задач применим в классической инженерной работе. Разработанные материалы также предлагается применять в высших учебных заведениях и в учебных центрах промышленных предприятий для подготовки инженерных кадров технического направления. Применение представленных разработок повысит качественный подход инженеров при решении технических задач, а также повысит уровень подготовки обучаемых специалистов.

Сущность инженерной деятельности можно свести к решению двух типов задач: *оптимизация* параметров применяемых технических решений и *создание* новых технических решений [1]. Первая из этих задач решается путем моделирования объекта (математического, компьютерного, физического, аналогового и т. п.), вторая – на базе технического творчества. При подготовке инженера важно найти правильное соотношение объемов дисциплин, формирующих компетентности оптимизации и творчества.

Целью работы являлось нахождение оптимального сочетания инженерных подходов для решения технической задачи.

Задача *оптимизации* параметров технического объекта сводится к нахождению их оптимального сочетания при выполнении требований заданных технических ограничений и экстремальном значении целевой функции (критерия оптимальности) [2; 3]. Математическая модель такой задачи представляет систему уравнений и неравенств, выражающих зависимость ограничивающих показателей и целевой функции от оптимизируемых параметров. Такую модель можно представить, например, в виде [4–6]:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq A_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq A_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq A_m \end{cases} \quad (1)$$

$$a_{01}x_1 + a_{02}x_2 + \dots + a_{0n}x_n \rightarrow \text{extr}$$

Решение такой задачи сводится к нахождению таких значений x_1, x_2, \dots, x_n , которые обеспечивают выполнение условий всех неравенств системы (1) и достижение целевой функцией экстремального (минимального или максимального) значения.

Рассмотрим в качестве примера задачу оптимизации режима резания при токарной обработке детали типа «вал». В качестве искомых параметров будем рассматривать скорость резания v , м/мин, и подачу s , мм/об. Модель задачи в общем виде будет иметь вид:

$$\begin{cases} Ra \leq Ra_0 \\ f \leq f_0 \\ T \leq T_0 \end{cases} \quad (2)$$

$$Q \rightarrow \max$$

где Ra – шероховатость обработанной поверхности, мм;
 f – точность обработки – прогиб заготовки под действием нормальной составляющей силы резания, мм;
 T – температура резания, град. С;
 Ra_0, f_0, T_0 – предельные допустимые значения этих параметров;
 Q – критерий оптимальности – производительность обработки.

Для решения системы (2) нужно технологические показатели левых частей неравенств и целевую функцию

выразить в виде функций элементов режима резания v и s [7; 8]. Тогда система (2) примет вид:

$$\begin{cases} Ra \leq C_R K_R s^{yR} \\ f = \frac{P_y l^3}{kEI} \leq \frac{C_y K_y s^{yy} v^{zy} l^3}{kEI} \\ T \leq C_T K_T s^{yT} v^{zT} \end{cases} \quad (3)$$

$$Q = sV \rightarrow \max$$

где $C_y, K_y, C_R, K_R, C_T, K_T, y_y, z_y, y_R, z_R, y_T, z_T$ – коэффициенты и показатели степени, определяются экспериментальным путем или по литературным данным либо расчетом;

P_y – радиальная составляющая силы резания,

$H; k$ – коэффициент, учитывающий способ установки заготовки (для установки в патроне $k=3$, в центрах $k=48$, в патроне с поджатием задним центром $k=108$ [7]);

I – момент инерции сечения вала, мм^4 ;

E – модуль упругости материала заготовки, кг/мм^2 ;

l – длина заготовки, мм .

Перенеся в левую часть неравенств системы (3) элементы режима резания с соответствующими показателями степени, получим модель оптимального режима резания (4):

$$\begin{cases} s^{yR} \leq \frac{Ra_0}{C_R K_R} \\ s^{yy} v^{zy} \leq \frac{kEI f_0 l^3}{C_y K_y} \\ s^{yT} v^{zT} \leq \frac{T_0}{C_T K_T} \end{cases} \quad (4)$$

$$sV \rightarrow \max$$

Стандартная программа позволяет получить решение такой модели (найти оптимальные значения v и s , обеспечивающие максимальную производительность при выполнении технических ограничений по шероховатости, точности и температуре резания) на ПК.

Графически решение такой задачи можно представить, как показано на рис. 1 а. В логарифмической системе координат неравенства модели (4) выражаются прямыми, наклон которых к осям координат определяется соотношением показателей степени x и y . Выделенная часть графика определяет область допустимых режимов резания. Видим, что при данных условиях она ограничена шероховатостью (прямая Ra) и температурой (прямая T), а прогиб заготовки f при данных условиях не ограничивает значения v и s . Оптимальному режиму соответствует точка A пересечения этих прямых с координатами (в условных единицах) $s=2,45$ и $v=2,5$. Производительность обработки в условных единицах определяется произведением этих координат: $2,45 \times 2,5 = 6,12$. Подобные задачи решают студенты технических специальностей при решении задач профилирующих дисциплин.

В рассмотренной задаче можно расширить область допустимых решений с целью повышения производительности. Например, отодвинуть прямую Ra так, чтобы она приняла положение, показанное на рис. 1 б, воспользовавшись известными техническими решениями. Одно из таких известных студенту решений – увеличить радиус при вершине резца [9]. Видно, что в рассматриваемом случае область допустимых режимов теперь не ограничивается требованиями шероховатости, а ограничивается допустимыми значениями прогиба заготовки и температуры резания. Область допустимых режимов расширится, и точка A передвинется в положение B с координатами 3,3 и 2,2. Произведение координат $3,3 \times 2,2 = 7,26$ будет больше, чем произведение 6,12, что мы имели ранее, т. е. производительность обработки увеличится. (На графике в этом легко убедиться, если совместить катет чертежного угольника с углом 45° с осью абсцисс и двигать его вдоль этой оси; точка области допустимых решений, которая совместится с гипотенузой угольника последней, и будет соответствовать максимальной производительности.) Но на самом деле этого не произойдет, поскольку увеличение радиуса при вершине приведет к возрастанию силы резания, что вызовет увеличение прогиба заготовки, а также к возрастанию температуры резания. Прямые f и T займут положение, как показано на рис. 1 в, и область допустимых режимов снова сузится. Точка B переместится в точку C с координатами 2,6 и 2,1. Производительность составит $2,6 \times 2,1 = 5,46$, что существенно меньше ожидаемого результата. Таким образом, мы убеждаемся, что применение известных технических решений зачастую не приводит к получению оптимального решения задачи. Требуется создание новых технических решений. Это означает, что задача из оптимизационной переходит в творческую.

Для получения нового технического решения воспользуемся методами технического творчества. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) рассматривает решение задачи как разрешение технического и физического противоречий [10; 11]. Но, прежде чем приступить к разрешению противоречия, необходимо его выявить, и это представляет определенную трудность. Для облегчения этой задачи предлагается алгоритм выявления противоречий (АВП) [12; 13]. АВП включает несколько этапов:

1) Формулировка главного недостатка объекта (ГН). АВП направлен на устранение только одного недостатка. Если объект содержит несколько недостатков, каждый раз необходимо формулировать новые противоречия.

2) Выявление полезного свойства объекта (ПС). ПС выявляют для того, чтобы сохранить его при устранении недостатка. Для этого пытаются решить задачу напрямую и выявляют, что при этом может ухудшиться в объекте. Это и есть ПС объекта.

3) Формулировка технического противоречия (ТП). ТП состоит в том, что с усилением ПС объекта усиливается и его ГН.

4) Формулировка идеального решения (ИР). Идеальным называют такое решение, при котором устраняется ГН объекта, но сохраняется его ПС.

5) Выявление дефектного элемента (ДЭ). Это такой элемент объекта, который не справляется с требованиями ИР.

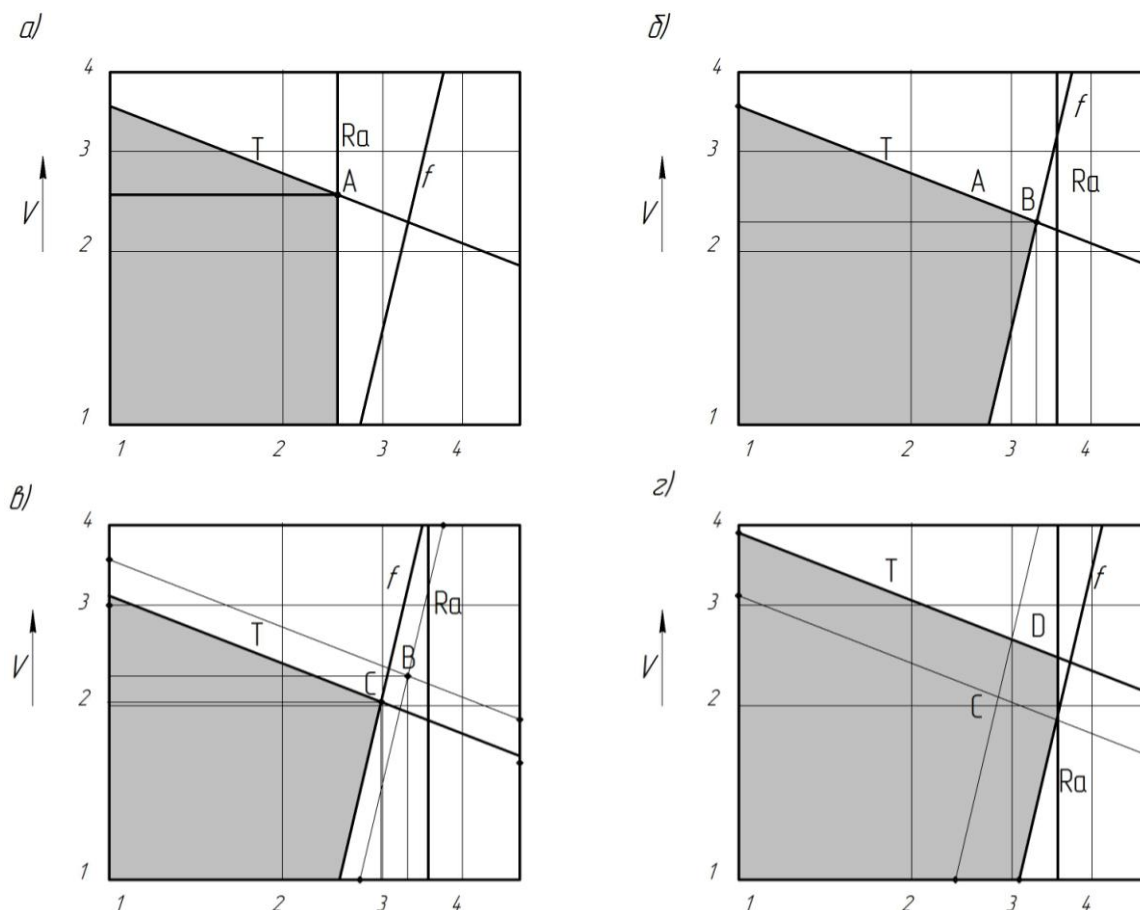


Рис. 1. Графическая интерпретация математической модели оптимального режима резания

6) Определение противоречивых свойств ДЭ. Выявляют, каким должен быть ДЭ, чтобы удовлетворять каждому из противоречивых требований ИР.

7) Формулировка физического противоречия (ФП). ФП – противоречие между двумя противоположными состояниями ДЭ, в которые его необходимо привести для решения задачи.

Применим АВП к решению рассматриваемой задачи.

1) ГН токарной операции обработки вала – большая сила резания, что приводит к увеличению прогиба заготовки.

2) Для уменьшения силы резания увеличим главный угол в плане ϕ резца. За счет поворота вектора силы ее радиальная составляющая, вызывающая прогиб заготовки, уменьшится. Но при этом снова увеличится шероховатость. Следовательно, ПС операции – малая шероховатость (то, чего мы достигли, увеличив радиус при вершине резца).

3) ГП: операция обеспечивает малую шероховатость, но при этом имеет место большая радиальная сила резания.

4) ИР: операция обеспечивает малую силу резания, сохраняя малую шероховатость.

5) ДЭ – угол в плане ϕ .

6) Для уменьшения силы резания ϕ должен быть большим (в пределе 90°); для обеспечения малой шероховатости ϕ должен быть малым (в пределе, равно нулю).

7) Угол ϕ должен быть большим и малым.

Известно достаточно большое число методов разрешения противоречий. При освоении методологии технического творчества важно отобрать из них наиболее эффективные при решении задач специальности (направления). Так, на специальности «Технология машиностроения» в результате экспертных оценок отобраны для подробного изучения три метода: разделения противоречия (выполняются оба противоречивых требования физического противоречия, но либо в разное время, либо в разных частях объекта), вепольного анализа (объект представляется в виде системы веществ и полей) и эмпирических правил (обобщение типовых приемов решения технических задач) [14; 15].

Вернемся к задаче об оптимальном режиме резания. Мы имеем противоречие: главный угол в плане ϕ резца должен быть большим и малым. Воспользуемся методом разделения противоречий. Одно из правил, которое включает этот метод, – правило разделения противоречия в пространстве (выполняются оба требования противоречия, но в разных частях объекта). Правило, в свою очередь, включает прием «Деление»: разделить объект на части с разными функциями. Режущая кромка резца выполняет две функции – снятие припуска и формирование шероховатости поверхности. За формирование шероховатости отвечает небольшой участок режущей кромки, прилегающий к вершине резца. За снятие припуска отвечает остальной, основной участок режущей кромки. Поэтому нужно сделать на участке, прилегающем к вершине резца, угол ϕ малым, близким

к нулю, а на остальном участке – большим, как показано на рис. 2 а. Можно добавить третий участок с углом $\varphi=0$ (рис. 2 б) [16].

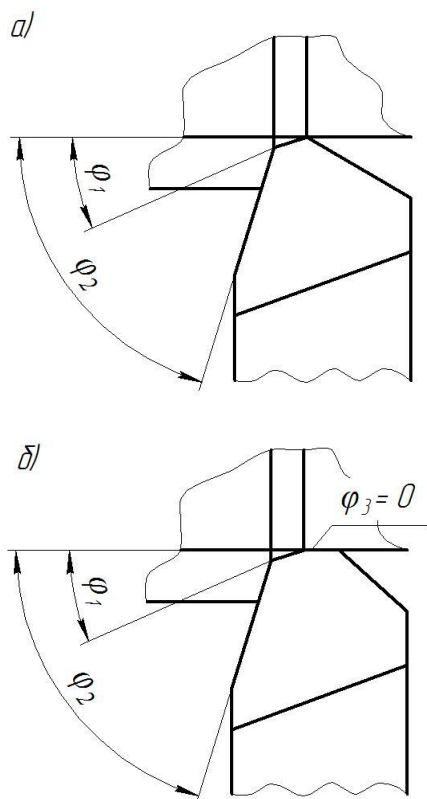


Рис. 2. Режущая кромка резца в виде ломаной линии

Еще один недостаток токарной обработки, как было отмечено, – высокая температура резания. Чтобы снизить температуру, применяют полив зоны резания смазывающе-охлаждающей жидкостью (СОЖ). Но доступ СОЖ к режущей кромке резца затруднен из-за достаточно плотного контакта передней поверхности резца с заготовкой и стружкой. Чтобы обеспечить доступ СОЖ к режущей кромке, нужно периодически прекращать работу и отводить резец от заготовки. Но при этом снизится производительность обработки. Имеем: полезное свойство объекта – высокая производительность. Техническое противоречие: обработка выполняется с высокой производительностью, но при этом доступ СОЖ в контакт затруднен. Идеальное решение: обработка выполняется с высокой производительностью, и при этом обеспечивается доступ СОЖ в контакт резца с заготовкой и стружкой. Дефектный элемент – контакт резца с заготовкой и стружкой. Для обеспечения доступа СОЖ к режущей кромке резец не должен контактировать с заготовкой; для сохранения высокой производительности резец должен находиться в контакте с заготовкой. Физическое противоречие: контакт резца с заготовкой должен быть и не должен быть.

Для получения решения воспользуемся еще одним правилом метода разделения противоречия – правилом разделения во времени. Правило содержит в числе прочих прием «Прерывистость»: заменить непрерывное

действие прерывистым. Сообщим резцу колебания с высокой частотой вдоль движения подачи (вдоль обрабатываемой поверхности). Это обеспечит постоянное попадание микродоз СОЖ в контакт резца с заготовкой и стружкой, что, в свою очередь, приведет к снижению температуры резания.

Получить решение задачи можно и с помощью метода вепольного анализа [17; 18], в основе которого лежит представление любой технической системы в виде совокупности веществ и полей (отсюда термин «веполь» – минимальная работоспособная техническая система из двух веществ и поля). Одно из правил вепольного анализа – правило надстройки веполя: если вепольная техническая система неработоспособна, в нее дополнительно вводят 4-й, 5-й и т. д. элементы. Вепольная запись задачи имеет вид:

$$B2 \rightarrow P1 \sim B1 \Rightarrow B3 \rightarrow P2 \rightarrow B2 \rightarrow P1 \rightarrow B1.$$

Здесь вещества $B1$ и $B2$ – резец и заготовка; $P1$ – обработка резанием; $B3$ и $P2$ – добавочные вещество и поле, которые нужно ввести; \sim – вредное действие; \rightarrow – полезное действие; \Rightarrow – переход от задачи к решению.

Имеем ФП: материал заготовки должен быть прочным, исходя из условий работы вала, и должен быть непрочным, чтобы при обработке не возникали большие усилия. Применим в качестве добавленного вещества $B3$ поверхностно-активное вещество (ПАВ), например, триэтанолламин, способный разупрочнять (поле $P2$) материал заготовки на время действия ПАВ в определенном диапазоне температур [19]. Сила резания снизится, что уменьшит прогиб f заготовки. К тому же снижение силы резания приведет к уменьшению тепловыделения в зоне резания и снижению температуры резания:

$$\sim B1 \Rightarrow B2 \rightarrow P \rightarrow B1.$$

Вепольный анализ можно применить и для определения путей снижения температуры резания. Интересным представляется решение: резец с внутренним охлаждением (рис. 3). Вблизи режущей кромки резец $B2$ содержит полость, в которую по каналам подается газ $B3$ под большим давлением. При попадании в полость газ резко расширяется, и его температура $P2$ падает, иногда даже до отрицательных значений, о чем свидетельствует появление инея на поверхности резца [20].

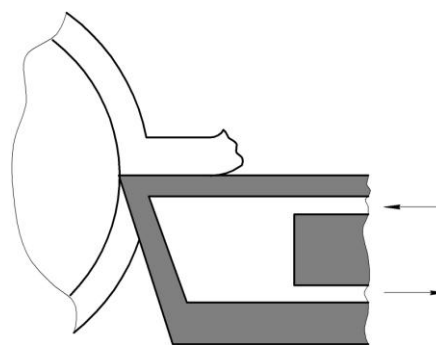


Рис. 3. Резец с внутренним охлаждением

А вот еще более экзотическое решение, полученное с помощью метода эмпирических правил. Одним из составляющих метод правил называется «Состояние»: изменить состояние материала объекта. Правило содержит прием «Пористость»: заменить сплошное вещество пористым. Предлагается выполнить резец из пористого материала, например быстрорежущей стали или твердого сплава, и подавать через него СОЖ под давлением в зону контакта.

Еще пример применения эмпирических правил, а именно правила «Криволинейность». Согласно приему «Качение», следует скольжение заменить качением. Предлагается переднюю поверхность резца выполнить в виде вращающегося ролика (рис. 4) [21]. Сила трения, а вслед за ней и температура резания существенно снизятся. Другой прием этого же правила – «Вращение»: заменить поступательное движение вращательным. Режущую пластину в виде диска установить на державке резца на подшипнике скольжения – латунной втулке [22]. Под действием сходящей стружки пластина будет вращаться, ее нагретый участок будет выходить из контакта, а холодный непрерывно входить в контакт. При правильном выборе диаметра пластины и скорости резания температура в контакте не выйдет на установившийся режим и не превзойдет заданного значения.

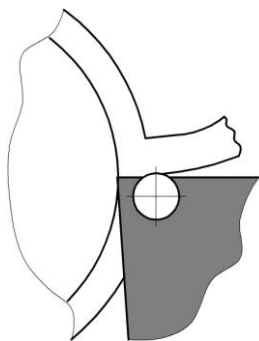


Рис. 4. Резец с вращающейся передней поверхностью

Подобные технические решения, полученные с помощью методов технического творчества, приведут к расширению области допустимых режимов резания. Если, например, прямые R , f , T займут положение, как показано на рис. 1 з, то она будет ограничиваться всеми тремя показателями. Точка D на графике, соответствующая оптимальному режиму, имеет координаты 3,5 и 2,4, произведение которых составит 8,4 усл. ед., что больше всех предыдущих значений производительности.

Результаты приведенной работы показывают, что наиболее эффективные решения технических задач специальности получаются при сочетании оптимизации параметров объекта и методики технического творчества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеев А.В. Усиление творческой составляющей – основной путь повышения уровня подготовки инженера // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2009. № 3. С. 71–80.

2. Дегтярев Ю.И. Методы оптимизации. М.: Советское радио, 1980. 176 с.
3. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. М.: Мир, 1985. 510 с.
4. Соломенцев Ю.М., Басин А.М., Пасько А.Ф. Оптимизация технологического процесса обработки деталей в условиях серийного производства // Вестник машиностроения. 1976. № 2. С. 65–70.
5. Горанский Г.К., Владимиров Е.В., Ламбин Л.П. Автоматизация технического нормирования работ на металлорежущих станках с помощью ЭВМ. М.: Машиностроение, 1970. 222 с.
6. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем. М.: Машиностроение, 2004. 336 с.
7. Горанский Г.К. Расчет режимов резания с помощью ЭВМ. Минск: Госиздат СССР, 1963. 129 с.
8. Горанский Г.К. К теории автоматизации инженерного труда. Минск: Изд-во АН БССР, 1962. 182 с.
9. Кривоухов В.А. Резание металлов. М.: ОНТИ, 1978. 360 с.
10. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М.: Московский рабочий, 1973. 296 с.
11. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979. 176 с.
12. Гордеев А.В. Основы технического творчества. Тольятти: ТГУ, 2008. 216 с.
13. Гордеев А.В. Выявление противоречий при решении технических задач // Педагогические системы развития творчества. Екатеринбург, 2005. С. 27–30.
14. Гордеев А.В. Разделение противоречий – эффективный метод решения технических задач // Известия Тульского государственного университета. Серия: Машиноведение. 2005. № 2. С. 262–266.
15. Казаков Ю.В. Методы решения изобретательских задач. Тольятти: ТГУ, 2010. 126 с.
16. Колесов В.И. Резец : авт. св. СССР № 933276; заявл. 11.06.1980; опубл. 07.06.1982.
17. Яновский Б.Г., Гордеев А.В. Вепольный анализ – эффективный метод решения технических задач // Школа и производство. 2000. № 1. С. 19–28.
18. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. 381 с.
19. Ребиндер П.А., Шукин Е.Я. Поверхностные явления в твердых телах в процессе их деформации и разрушения // Успехи физических наук. 1972. Т. 108. С. 3–42.
20. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. М.: Машиностроение, 1990. 288 с.
21. Брусов С.И., Добровольский Г.И., Дубров Д.Ю. Повышение эффективности обработки резанием. М.: Спектр, 2012. 302 с.
22. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М.: Машиностроение, 1975. 344 с.

REFERENCES

1. Gordeev A.V. Creative study – general direction of improvement study of engineer. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo unversiteta*, 2009, no. 3, pp. 71–80.

2. Degtyarev Yu.I. *Metody optimizatsii* [Optimization methods]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1980. 176 p.
3. Gill F., Murrey U., Rayt M. *Prakticheskaya optimizatsiya* [Practical optimization]. Moscow, Mir Publ., 1985. 510 p.
4. Solomentsev Yu.M., Basin A.M., Pasko A.F. Optimization of the engineering procedure of parts processing in the terms of serial production. *Vestnik mashinostroeniya*, 1976, no. 2, pp. 65–70.
5. Goransky G.K., Vladimirov E.V., Lambin L.P. *Avtomatizatsiya tekhnicheskogo normirovaniya rabot na metallorezhushchikh stankakh s pomoshchyu EVM* [Automation of technical rate setting for metal-cutting machines using computer]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1970. 222 p.
6. Diligensky N.V., Dymova L.G., Sevastyanov P.V. *Nechetkoe modelirovanie i mnogokriterialnaya optimizatsiya proizvodstvennykh sistem* [Fuzzy modeling and multicriteria optimization of production systems]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2004. 336 p.
7. Goransky G.K. *Raschet razhimov rezaniya s pomoshchyu EVM* [Cutting modes calculation using computer]. Minsk, Gosizdat SSSR Publ., 1963. 129 p.
8. Goransky G.K. *K teorii avtomatizatsii inzhernogo truda* [To the theory of engineering labour automation]. Minsk, AN BSSR Publ., 1962. 182 p.
9. Krivoukhov V.A. *Rezanie metallov* [Cutting of metals]. Moscow, ONTI Publ., 1978. 360 p.
10. Altshuller G.S. *Algoritm izobreteniya* [Algorithm of invention]. Moscow, Moskovskiy rabochiy Publ., 1973. 296 p.
11. Altshuller G.S. *Tvorchestvo kak tochnaya nauka* [Creativity as the exact science]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1979. 176 p.
12. Gordeev A.V. *Osnovy tekhnicheskogo tvorchestva* [Basics of technical creative work]. Togliatti, TGU Publ., 2008. 216 p.
13. Gordeev A.V. Contradictions determination while solving engineering problems. *Pedagogicheskie sistemy razvitiya tvorchestva*. Ekaterinburg, 2005, pp. 27–30.
14. Gordeev A.V. Teaching methodology of technical creativity – the way of training a modern specialist. *Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Mashinovedenie*, 2005, no. 2, pp. 262–266.
15. Kazakov Yu.V. *Metody resheniya izobretatel'skikh zadach* [Methods of inventive problem solving]. Togliatti, TGU Publ., 2010. 126 p.
16. Kolesov V.I. *Rezets* [Cutter]. Author's certificate of USSR, no. 933276, 1980. (In Russian).
17. Yanovsky B.G., Gordeev A.V. Substance-field analysis is the effective method of engineering problems solving. *Shkola i proizvodstvo*, 2000, no. 1, pp. 19–28.
18. Altshuller G.S., Zlotin B.L., Zusman A.V. *Poisk novykh idey: ot ozareniya k tekhnologii* [Search for new ideas: from insight to technology]. Kishinev, Kartya Moldovenyaskie Publ., 1989. 381 p.
19. Rebinder P.A., Shchukin E.Ya. Surface phenomena in solid bodies during the process of their deformation and destruction. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 1972, vol. 108, pp. 3–42.
20. Reznikov A.N., Reznikov L.A. *Teplovye protsessy v tekhnologicheskikh sistemakh* [Thermal processes in technological systems]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1990. 288 p.
21. Brusov S.I., Dobrovolsky G.I., Dubrov D.Yu. *Povyshenie effektivnosti obrabotki rezaniem* [Cutting effectiveness increase]. Moscow, Spektr Publ., 2012. 302 p.
22. Bobrov V.F. *Osnovy teorii rezaniya metallov* [General theory of metal cutting]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1975. 344 p.

TECHNICAL PARAMETERS OPTIMIZATION WHILE SOLVING ENGINEERING PROBLEMS

© 2015

A.V. Gordeev, PhD (Engineering), Associate Professor,
assistant professor of Chair “Mechanical engineering equipment and technologies”
N.Y. Loginov, PhD (Engineering), Associate Professor,
assistant professor of Chair “Mechanical engineering equipment and technologies”
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: optimization of engineering solutions parameters; technical creativity; mathematical model; technical contradiction; physical contradiction.

Abstract: There are two radically different approaches to the engineering problems solving. The essence of one approach consists of the optimization of engineering solutions parameters using some known algorithm, for example, mathematical or some other modeling. The other approach is based on the creation of a new engineering solution using technical creativity. While solving challenging tasks both approaches are applicable. The aim of this research is to identify the correct balance of technical skills with regard to optimization and technical creativity.

Optimization of technical object parameters can be reduced to the search of their best combinations at the objective function extreme values and meeting the requirements of the defined engineering constraints. As a result, a task comes to the solution of the system of mathematical model equations and inequations. However, the solution of mathematical model allows determining the object optimal parameters only in terms of specified constraints. The expansion of the constraints boundaries is possible only by the creation of new engineering decisions. It can be achieved through the identification and resolution of contradictions contained in the problem, in other words, by applying the methodology of technical creativity.

The examples show that the most effective solutions to engineering problems result from the combination of the object parameters optimization and the technical creativity methods. The described approach to the problems solving is applicable to the standard engineering activity. The authors suggest applying the received data in the higher educational institutions and in training centers of industrial enterprises for training technical engineering personnel. The application of the proposed study will increase the qualitative approach of engineers while solving engineering problems, as well as improve the level of training of specialists.