

УДК 681.5

А.М. Щекин, Е.А.Куликова, А.Н. Кочин

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Приведен сравнительный анализ методов расчета рычажных механизмов станочных приспособлений. Дано описание программы для оптимизации параметров механизма закрепления. Рассмотрено влияние изменений конструкций рычажных механизмов на характеристики привода приспособлений.

*Ключевые слова:* рычажный механизм, силы закрепления, методы расчета, оптимизация параметров

Использование в большинстве конструкций станочных приспособлений в качестве зажимных устройств рычагов позволяет при относительной простоте получить выигрыш в силе, обеспечить постоянство усилия зажима, осуществлять закрепление в труднодоступных местах.

Применительно к технологической оснастке одной из задач является обеспечение минимальных габаритов приспособления, а это вызывает необходимость поиска такой конструкции рычажного механизма, которая может быть использована в требуемой схеме закрепления и при которой уравнивающая сила будет минимальной. Все это требует больших пересчетов параметров, характеризующих рычаг как звено цепи тех элементов, из которых состоит приспособление (длина плеч, тип конструкции) и тех параметров, которые относятся к обеспечению функционирования данного механизма (площадь поперечного сечения, способная выдержать требуемую нагрузку, минимальный диаметр оси и штока с помощью которого передается усилие и т.д.)

Исходными данными для проектирования зажимного механизма является схема зажима и требуемая сила закрепления детали.

Для определения усилия, которое обеспечивает требуемую силу закрепления, можно воспользоваться тремя методами.

Геометрический метод определения исходного усилия заключается в продлении линий действий сил, до точки их пересечения, с параллельным переносом в соответствующем масштабе для построения треугольника сил (рис. 1).

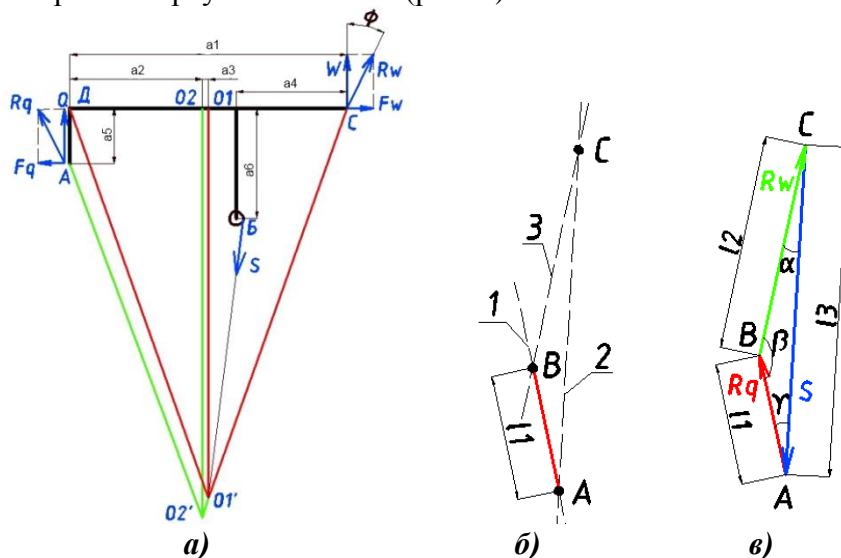


Рис. 1. Геометрический метод:

*a* - силы, действующие на рычаг; *б* - построение в масштабе реакции *Rq*;  
*в* - треугольник сил

Математический метод заключается в составлении уравнений прямых с целью нахождения координаты точки пересечения линий действия сил, для определения углов, характеризующих соотношение между силами, действующими на рычажный механизм.

Первые два метода основаны на том, что все силы, действующие на механизм, находящийся в состоянии покоя, сходятся в одну точку: мгновенный центр сил, действующих на деталь, образуя замкнутый многоугольник сил, который можно свести к треугольнику сил.

Однако данные методы нельзя использовать при многократном пересчете, так как они завязаны с определенной схемой механизма и определенными размерными параметрами. В случае изменения размеров, что часто случается в процессе проектирования, перерасчет приходится проводить заново.

Отличительной особенностью расчета рычажного механизма физическим способом является более точное описание воздействий и, как следствие, всех реакций, действующих на рычажный механизм (что при традиционных расчетах не делается), возможность производить перерасчет искомых величин, изменяя параметры и конструкцию рычажного механизма.

На рис. 3 - 11, 12, 13, 14, 15,  $\phi$  - параметры, характеризующие геометрию рычага (15-аналогично 11, перпендикулярно плечу 13);  $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5$  и С-координаты центров масс всех составляющих рычажный механизм элементов и центр масс всей конструкции соответственно;  $Q, R, W$ -реакции, возникающие в рычажном механизме.

Конструкция рычажного механизма, представленная на рис. 1, может изменять свой вид, путем добавления или вычитания плеч 11, 15, 14.

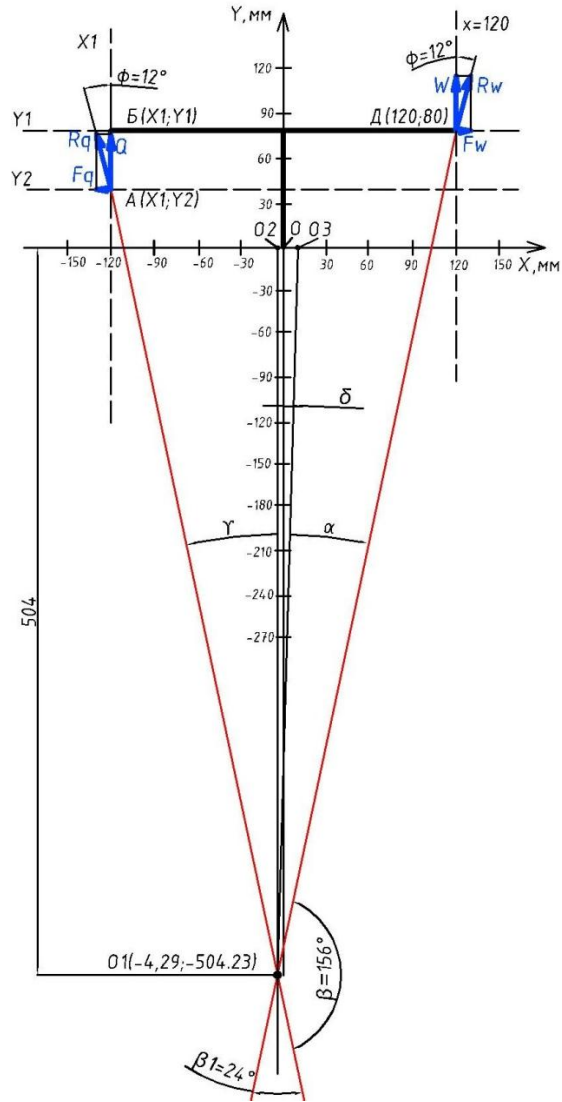
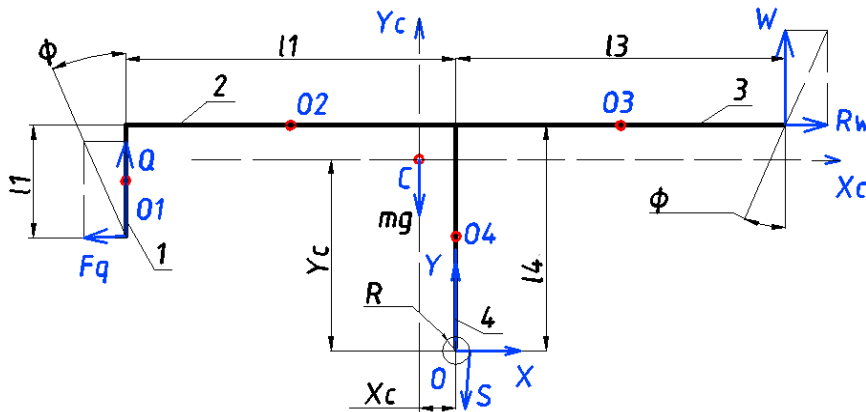


Рис. 2. Математический метод



### Рис. 3. Физический метод

В процессе эксплуатации станочных приспособлений нередко используются и усложненные углом наклона плеч рычажные механизмы.

Схемы сил, действующих на рычаги, расположенные под углом, показаны на рис. 4 и рис. 5.

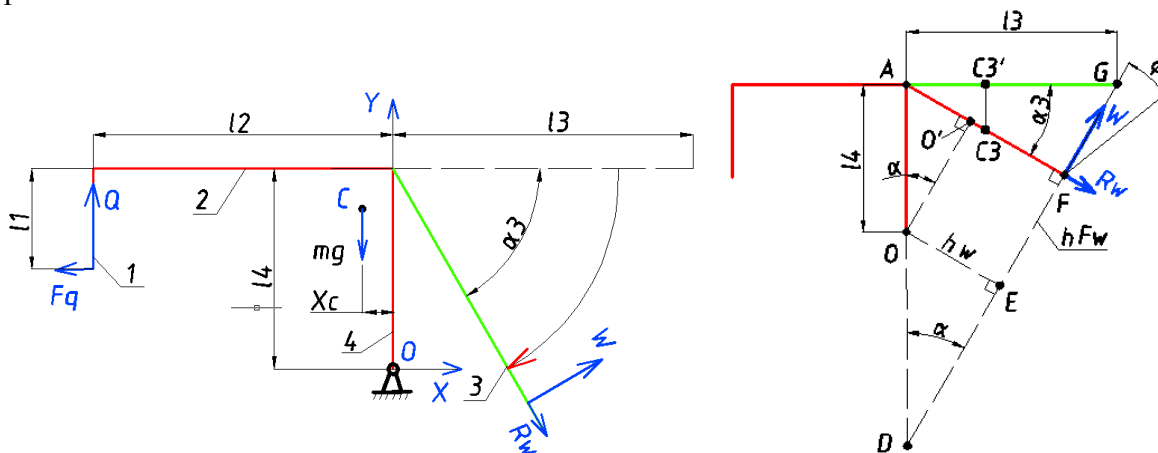


Рис. 4. Введение угла  $\alpha_2$

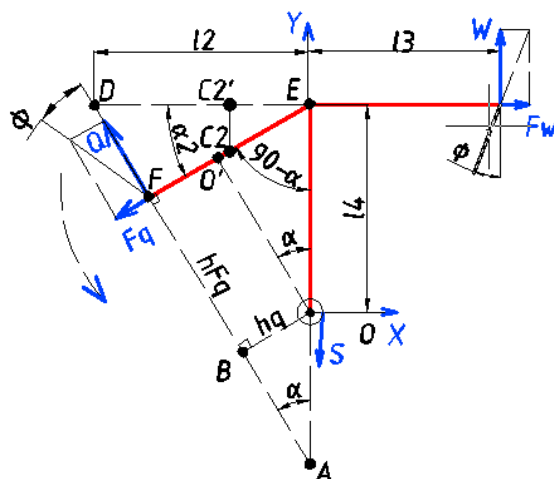


Рис. 5. Введение угла  $\alpha_3$

Искомыми величинами в случае многократного перерасчета изменяемых параметров рычажного механизма, которыми являются  $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, \alpha_2, \alpha_3$ , будут являться: исходное усилие  $W$ , необходимое для обеспечения требуемой силы закрепления детали усилие  $Q$ ; нагрузка, действующая на ось рычага  $S$ ; минимальный диаметр оси, выдерживающий нагрузку  $S$ ; приблизительная масса рычага  $M$ ; минимальное поперечное сечение рычага, при котором он способен выдержать, действующую на него нагрузку; минимальный диаметр штока, передающего рычагу нагрузку от пневмоцилиндра; необходимый диаметр пневмоцилиндра, для обеспечения требуемого исходного усилия, который и будет выбран за критерий оптимальности, влияющий на габариты приспособления.

Изменение параметров рычажного механизма влечет за собой целую цепочку перерасчетов это занимает много времени и является весьма трудоемким процессом.

Для облегчения поиска оптимальной конструкции и геометрии рычажного механизма была разработана программа RM-4, на языке C++.

Данная программа дополнена информацией по выбору коэффициента трения, расчетом силы закрепления детали типа тела вращения рычажным механизмом, расчетом коэффициента запаса.

Расчет можно вести как с конкретными значениями, так и в диапазоне значений одного из параметров, задав пределы его изменения.

```

***РАСЧЕТ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА***
Параметры  11  12  13  14  15  <НЕТ>  Инструкция
Номер      -1-  -2-  -3-  -4-  -5-  -0-    -6-
Введите номер изменяемого параметра:
2
Введите начальное значение 12, <мм>
100
Введите конечное значение 12, <мм>
200
Введите в миллиметрах 11, 13 ,14 ,15
10
100
80
0
Введите градусы ALF2 ,ALF3
23
5
Сила закрепления Q<Н>=
8000
Коэффициент трения
0.2
W, <Н>-Исходное усилие
M, <кг>-Масса рычага
b, <мм>-Поперечное сечение рычага
SO, <Н>-Нагрузка на ось
D0, <мм>-min диаметр оси
Dsh, <мм>-min диаметр штока
D<мм>-Диаметр пневмоцилиндра, при давлении p=0.4<МПа>

12, <мм>  W, <Н>  M, <кг>  b, <мм>  SO, <Н>  D0, <мм>  Dsh, <мм>  D, <мм>  D<1МПа>
100      7658   1.81   19     15658   15       7        163     103
110      8848   2.05   20     16848   16       8        175     111
120      10038  2.3    21     18038   16       8        187     118
130      11229  2.55   22     19229   17       8        197     125
140      12420  2.8    22     20420   18       9        207     131
150      13611  3.05   23     21611   18       9        217     138
160      14802  3.31   24     22802   18       10       226     143
170      15993  3.58   24     23993   19       10       235     149
180      17184  3.85   25     25184   19       10       244     154
190      18376  4.12   26     26376   20       11       252     160
200      19567  4.4    26     27567   20       11       260     165
    
```

Рис. 6. Результаты расчета искомых величин

Из рис. 6 видно, как с изменением одного из параметров рычажного механизма диаметр пневмоцилиндра меняется в габаритах: от 260 до 103 мм в диаметре.

Графики изменения искомых параметров в зависимости от величины угла  $\alpha_3$  представлены на рис. 7 и рис. 8. Полученные данные приведены при изменении угла  $\alpha_3$  от  $0^0$  до  $60^0$ .

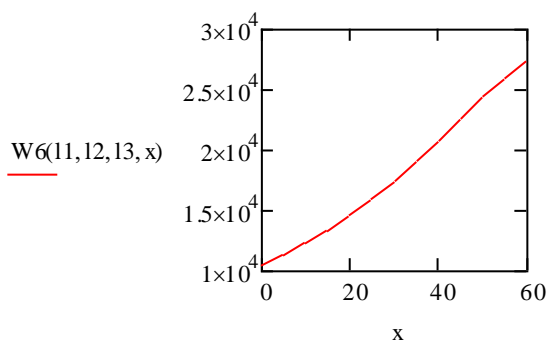


Рис. 7. График изменения силы  $W(N)$  при угле наклона плеча 3 от  $0^0$  до  $60^0$

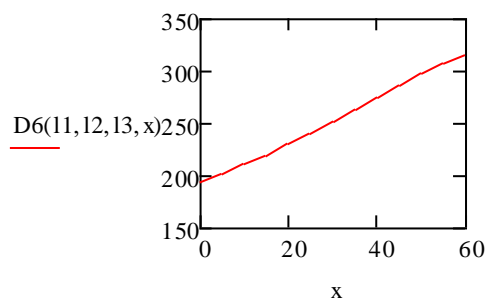


Рис. 8. График изменения  $D(mm)$ , при угле наклона плеча 3 от  $0^0$  до  $60^0$

### **Выводы**

В статье рассмотрены методы расчета рычажного механизма, которыми можно воспользоваться при определении усилия, необходимого для обеспечения требуемой силы закрепления. Анализ данных методов показал, что наиболее подходящим, позволяющим производить перерасчет всех необходимых при проектировании величин при изменении параметров и конструкции рычажного механизма, является физический метод. Разработанная с использованием данного метода программа позволяет проводить анализ влияния различных конструкций рычагов на характеристики и параметры станочных приспособлений и выбирать оптимальный по размерам вариант привода.

- 
1. **Вардашкин, Б.Н.** Станочные приспособления: справочник. В 2-х т. Т. 1. / Б.Н. Вардашкин, В.В. Данилевский. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.

*Дата поступления  
в редакцию 11.12.2014*

**A. M. Schyekin, E. A. Kulikova, A. N. Kochin**

### **OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF LEVER MECHANISMS OF MACHINE RETAINING DEVICES**

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alexeev

A comparative analysis of calculation method of lever mechanisms for machine retaining devices engineering is supplied. A description of the programme for fixing mechanism parameters optimization is given. The effect of a modification of lever mechanisms construction on the drive properties of the retaining devices is studied.

*Key words:* lever mechanism, retaining pressure, engineering design methods, optimization of parameters.