

УДК 629.3.023.27.001.63:004.42

## АНАЛИЗ ДОМКРАТОВ И ПРОГРАММНЫЙ РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Николаева Н.Д., Мушкин О.В., Труханов В.М.

Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: app@vstu.ru

Проведен анализ различных видов домкратов, их классификация, особенности, преимущества и недостатки, а также области применения. Для расчетов взят винтовой домкрат грузоподъемностью до пятнадцати тонн, который используется для вывешивания и горизонтирования платформы. Для определения основных параметров винтовой пары используются метод расчета ходовых винтов, метод расчета грузовых винтов и метод расчета проектной надежности механических узлов и металлоконструкций. Произведен расчет ходовых винтов: на прочность, расчет на износостойкость, выполнен расчет грузовых винтов: на совместное сжатие и кручение, на устойчивость и расчет надежности основных частей домкрата. Выполненные расчеты охватывают огромный спектр параметров, которые необходимы при создании и проектировании наиболее ответственных и дорогостоящих установок. Учтены все усилия и нагрузки на домкраты, выбраны материалы для главных частей (винта и гайки), которые не доставляют больших расходов для их создания и выполняют все ответственные функции. Данные расчеты автоматизированы, спроектированы для удобного пользования инженера.

**Ключевые слова:** домкрат, вывешивание, горизонтирование, надежность, прочность, износостойкость, устойчивость.

## ANALYSIS OF JACKS AND SOFTWARE CALCULATION OF THE MAIN PARAMETERS

Nikolaeva N.D., Mushkin O.V., Trukhanov V.M.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: app@vstu.ru

The analysis of various types of jacks, their classification, features, advantages and disadvantages, and application areas. For calculations taken screw Jack with lifting capacity up to 15 tons, used for hanging and leveling of the platform. To determine the main parameters of spiral pairs are used, the method of calculation of lead screw, the method of calculation of freight screws and method of calculation of design reliability of mechanical components and metal structures. The calculation of lead screw: for strength, durability calculation, the calculation of truck screws: in joint compression and torsion, stability and reliability calculation the main parts of the Jack. The calculations cover a huge range of settings that are required when creating and designing the most responsible and expensive installations. Taking into account all the effort and load on the jacks, the selected materials for the main parts (screws and nuts) that do not cause high costs to create them and perform all the important functions. These calculations are automated and designed for ease of use the engineer.

**Keywords:** jack, suspension, alignment, reliability, durability, wear resistance, stability.

Ещё совсем недавно основными инструментами инженера были калькулятор и чертёжная доска. Расчёты занимали немало рабочего времени. Например, большинство инженерных расчётов проводятся в нескольких приближениях, т.е. один и тот же алгоритм вычислений повторяется несколько раз, но каждый раз с новыми, уточнёнными данными. Инженер вынужден был повторять на калькуляторе вычислительные операции каждого приближения снова и снова.

### **Задачи работы:**

1. Изучение типов домкратов и выбор наиболее оптимального для вывешивания платформы до 60 тонн.
2. Разработка расчета надежности винтового домкрата.
3. Разработка расчета на прочность, износостойкость, устойчивость.
4. Разработка программы расчета винтовых домкратов.

Для данной работы был выполнен анализ следующих видов домкратов:

- домкрат винтовой;
- домкрат винтовой ромбовый;
- домкрат реечный;
- домкрат гидравлический;
- домкрат бутылочный;
- домкрат подкатной;
- домкрат пневматический [3].

### **Методы и средства решения задач.**

Для расчетов взят винтовой домкрат грузоподъемностью до 15 тонн (рисунок 1), который используется для вывешивания и горизонтирования платформы. Потому что для вывешивания и горизонтирования платформы весом до 60 тонн используют именно винтовые домкраты, которые легко транспортируются в передвижных механизмах, занимают мало места и не мешают проходимости машин с подобными платформами. При нахождении устройства в загрязненных условиях данный домкрат не

изменит своих параметров и будут выполнять необходимые функции в течение длительного срока.



Рис. 1. Винтовой домкрат

В работе были произведены расчет ходовых винтов, расчет грузовых винтов и расчет проектной надежности механических узлов и металлоконструкций. Важным уровнем расчета винтового домкрата является расчет прочности винта [1].

Угол подъема винтовой линии резьбы:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{S}{\pi d_2} = \frac{100}{\pi \cdot 115} = 0,277,$$

где  $S$  – ход винтовой линии, мм;

$d_2$  – средний диаметр, мм.

или  $\beta = 16^\circ 29'$ .

Угол трения  $\rho$  при коэффициенте трения  $f = 0,14$ ;  $\operatorname{tg}\rho = 0,12$  или  $\rho = 17^\circ$ .

$\beta < \rho$ , следовательно, у домкрата удовлетворяется свойство самоторможения.

КПД передачи:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}(\beta + \rho)} = \frac{0,277}{\operatorname{tg}(16^\circ 29' + 17^\circ)} \cdot 100\% = 42,17\%$$

Допускаемое напряжение в материале винта, МПа:

$$[\sigma_B] = \frac{\sigma_T}{3 \div 3,5} = \frac{320}{3} = 107,$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести материала винта, МПа.

Расчетная площадь сечения винта, м<sup>2</sup>:

$$F = 0,785 d_1^2 = 0,785 \cdot 0,1^2 = 0,0095,$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр, м.

Приведенное напряжение винта, МПа:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{Q}{F} \sqrt{1 + 1,6 \left( \frac{S}{\eta \cdot d_1} \right)^2} = \frac{150000}{0,0095} \sqrt{1 + 1,6 \cdot \left( \frac{0,1}{0,4217 \cdot 0,11} \right)^2} = 45,87,$$

где  $Q$  – тяговое усилие, Н;

$F$  – расчетная площадь сечения винта, м<sup>2</sup>;

$S$  – ход винтовой линии, м;

$\eta$  – КПД передачи;

$d_1$  – внутренний диаметр, м.

Допускаемое напряжение на растяжение для стали 35 при термообработке нормализация  $[\sigma_p] = 180$  МПа. Винт удовлетворяет условию на прочность:

$$\sigma_{\text{пр}} \leq [\sigma_p].$$

Коэффициент запаса устойчивости винта [5]:

$$n = \frac{[\sigma_p]}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{180}{45,87} = 3,92.$$

Для решения задачи по разработке программы расчета винтовых домкратов использовалась среда программирования Delphi. При помощи нее создана программа, выполняющая необходимые для расчета прочности и надежности винтовых домкратов действия. Общий вид и одна из вкладок программы показана на рисунке 2. На данной вкладке имеются условия, которые могут выполняться или нет, в зависимости от рассчитанных выше параметров. Поэтому появляются зеленые надписи рядом с каждым условием.

На второй вкладке показаны рассчитанные параметры в серых полях и вводимый параметр в белом поле. Для наглядности рассмотрим код программы, реализующей расчет параметра «Приведенное напряжение винта» винтового домкрата.

```
y1:=StrToFloat(edt1.Text); \ \ Записываем
в переменную значение из поля
result2:=StrToFloat(edt13.Text);
y:=StrToFloat(edt5.Text);
result5:=StrToFloat(edt11.Text);
x2:=StrToFloat(edt4.Text);
result6:=y1/result2*sqrt(1+1.6*sqr(y/
(result5*x2))); \ \ Считаем по формуле
edt14.Text:=FloatToStr(result6); \ \ Запи-
сываем в поле число из переменной [2]
```

**Расчет винтового домкрата**

Исходные данные | **Прочность винта** | Прочность гайки | Износостойкость | Устойчивость | Расчет грузовых винтов | Надежность

Свойство самоторможения

Угол подъема винтовой линии  $tg \beta$  0,27693159789532

$\beta$  16,2923833098462 градуса

Угол трения  $\rho$  17 градуса

$\beta$  16,292383  $\leq \rho$  17 **Условие выполняется!**

Коэффициент полезного действия  $\eta$  0,421710224542531

Условие прочности

Допускаемое напряжение  $[\sigma]$  106666666,666667 Па

Расчетная площадь сечения  $F$  0,0094985 м2

Приведенное напряжение  $\sigma$  45865904,254322 Па

$\sigma$  45865904,254322  $\leq [\sigma]$  180000000 **Условие выполняется!**

Коэффициент запаса прочности  $n$  3,92448383884285

Рис. 2. Вторая вкладка программы «Прочность винта»

Новизной является разработка программы расчета прочности, устойчивости, износостойкости и надежности винтового домкрата, и упрощение работы инженера при проектировании системы вывешивания и горизонтирования платформ различного веса. Для использования необходимы только исходные данные: тяговое усилие, наружный, средний и внутренний диаметры винта, ход винтовой линии, число заходов резьбы, длина гайки, предел текучести, форму резьбы и материалы винта и гайки.

Выполнив данную работу, можно сделать выводы о том, что выполненные расчеты охватывают огромный спектр параметров, которые необходимы при создании и проектировании наиболее ответственных и дорогостоящих установок. Учтены все усилия и нагрузки на домкраты, выбраны материалы для главных частей (винта и гайки), которые не доставляют больших расходов

для их создания и выполняют все ответственные функции [4].

Созданная программа в среде Delphi 7 позволяет упростить задачу будущему инженеру и инженеру с огромным опытом и знаниями. Она не требует специальных навыков в программировании, необходимы только справочные данные и характеристики выбранного домкрата, которые просто вводятся в свободные поля, и нажимается кнопка для расчета.

#### Список литературы

- 1 Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 559 с.: ил.
- 2 Труханов В.М. Методы обеспечения надежности изделий машиностроения. – М.: Машиностроение, 1995. – 304 с.
- 3 Труханов В.М. Надежность сложных технических систем типа подвижных установок на этапах производства и эксплуатации. – М.: Машиностроение, 2005. – 444 с.
- 4 Труханов В.М. Надежность технических систем. – М.: Машиностроение, 2008. – 592 с.
- 5 Труханов В.М. Справочник по надежности специальных подвижных установок. – М.: Машиностроение, 1997. – 200 с.: ил.