

Число зубьев колеса:

$$z_2 = z_1 U_{\psi}.$$

Числа зубьев шестерни и колеса округляются до целых.

Далее определяются геометрические размеры передачи, и выполняется проверочный расчет на контактную и изгибную прочность. При необходимости может быть выполнен еще один корректирующий расчет.

Таким образом, усовершенствована методика расчета цилиндрической зубчатой передачи, позволяющая получить наилучшие массо-габаритные характеристики передачи. При этом удается сохранить постоянным значение коэффициента ширины зубчатого венца относительно диаметра шестерни, который задается вначале расчета.

Настоящая работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры основ конструирования машин Барманова И.С.

Список литературы

1. Расчёт на прочность цилиндрической зубчатой передачи на ЭВМ: Метод. указания / Сост. Е.П. Жильников, А.Н. Тихонов; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. – Самара, 1996. – 24с.

Сведения об авторах:

Ахмеров Роман Рахимович – студент, Самарский университет, г. Самара;

Горшкова Екатерина Евгеньевна – студент, Самарский университет, г. Самара.

IMPROVEMENT OF METHODS OF CALCULATION OF CYLINDRICAL GEARS

Akhmerov R.R., Gorshkova E.E.

Keywords: cylindrical gears, methods of calculation, design calculation, checking calculation.

Abstract. The improved method of calculation of cylindrical gears is presented.

УДК 621.9.042

<https://doi.org/10.26160/2307-342X-2019-7-64-67>

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТИ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ В ХОДЕ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ ИНЕРЦИОННЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Бондаренко И.Р.

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород*

Ключевые слова: инструмент инерционно-ударного действия, обработка, внутренняя поверхность труб, мощность обработки.

Аннотация. На основании экспериментальных исследований получена регрессионная зависимость мощности, развиваемой приводом в процессе обработки внутренней поверхности труб с целью удаления технологических отложений инструментом инерционно-ударного действия.

Восстановление требуемого качества внутренней поверхности труб теплообменных аппаратов, очистка труб при ремонте скважин нефтяных и газовых месторождений [4] являются актуальными техническими задачами.

Среди широкого количества методов обработки внутренней поверхности труб широкое распространение получил механический метод с использованием механического инструмента [2,3].

Однако эффективное применение данного метода и оборудования невозможно при отсутствии отработанных технологических режимов и обоснованной методики расчета технологических параметров работы оборудования, важнейшим из которых является мощность, потребляемая в процессе обработки.

В данной работе представлено экспериментальное исследование процесса обработки внутренней поверхности труб с целью оценки влияния ряда факторов на мощность обработки.

В ходе проведения поисковых экспериментов было установлено, что на мощность обработки инерционно-ударного инструмента (рисунок 1, а), при фиксированной прочности материала отложений, оказывают влияние конструктивно-технологические факторы: n – частота вращения привода, b – ширина зубца инструмента, $D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр очищаемой трубы, $S_{\text{м}}$ – минутная подача инструмента, b – ширина зубца инструмента. Для исследования комплексного влияния этих факторов использовался метод математического планирования по плану ЦКОП 2^4 [1]. Результаты эксперимента были обработаны на ЭВМ с помощью программы MathCAD 13.

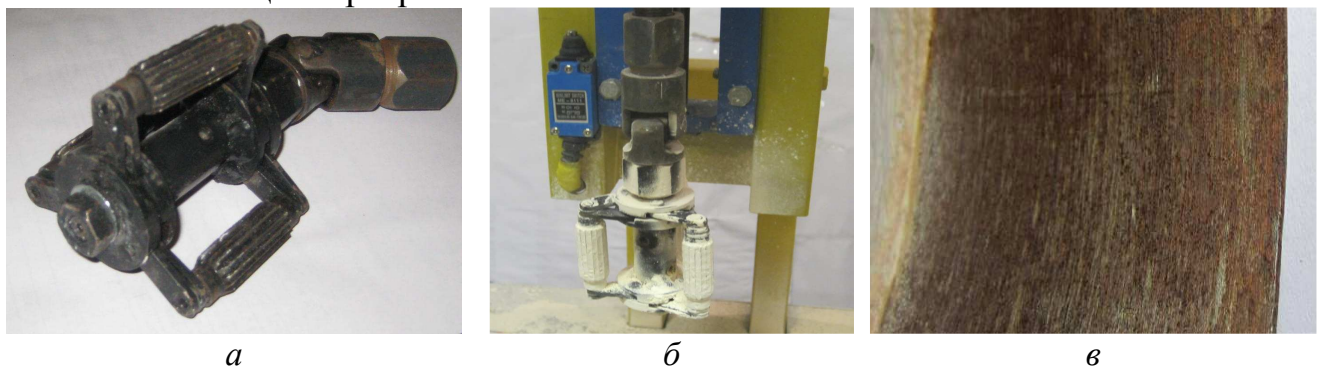


Рис. 1. Экспериментальное оборудование и образец: а – инерционно-ударный инструмент, б – экспериментальная установка, в – обработанный образец

На основе априорной информации предполагалось, что в исследуемой области параметров обработки, поведение целевой функции адекватно описывается полиномом второго порядка [1]:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} \cdot x_i^2,$$

где y – расчетное значение функции отклика; b_0 – свободный коэффициент; b_i – коэффициенты при линейной зависимости; b_{ij} – коэффициенты при парном взаимодействии факторов; b_{ii} – коэффициенты при квадратичных эффектах; x_i – линейный эффект; $x_i \cdot x_j$ – эффект парного взаимодействия; x_i^2 – квадратичный эффект.

В результате обработки экспериментальных данных было получено уравнение регрессии, которое в натуральном выражении имеет вид:

$$N_{\text{пр}} = -2361,25 + 24,594b + 0,052S_M + 64,603D_{\text{Вн}} - 1,402n + 0,005393b \cdot n + \\ + 0,000038S_M \cdot n + 0,00938D_{\text{Вн}} \cdot n - 0,377b^2 - 0,0000368S_M^2 - 0,446D_{\text{Вн}}^2 + \\ + 0,0002582n^2.$$

На рисунке 2, *а* изображена поверхность, описывающая функцию $N_{\text{пр}} = f(n, S_M)$, при фиксированных значениях ширины зубца шарошки $b = 40$ мм и диаметре трубы $D_{\text{Вн}} = 82$ мм. Из анализа графиков установлено, что с увеличением частоты вращения инструмента от 1293 до 2707 об/мин происходит повышение мощности, потребляемой приводом от 200 до 1200 Вт, при этом зависимость целевой функции от параметра n носит нелинейный характер. Изменение скорости подачи от 293 до 1707 при $n = 2000$ об/мин приводит к увеличению потребляемой мощности на 9% с 525 до 575 Вт. Зависимость потребляемой мощности от фактора S_M близка к линейной.

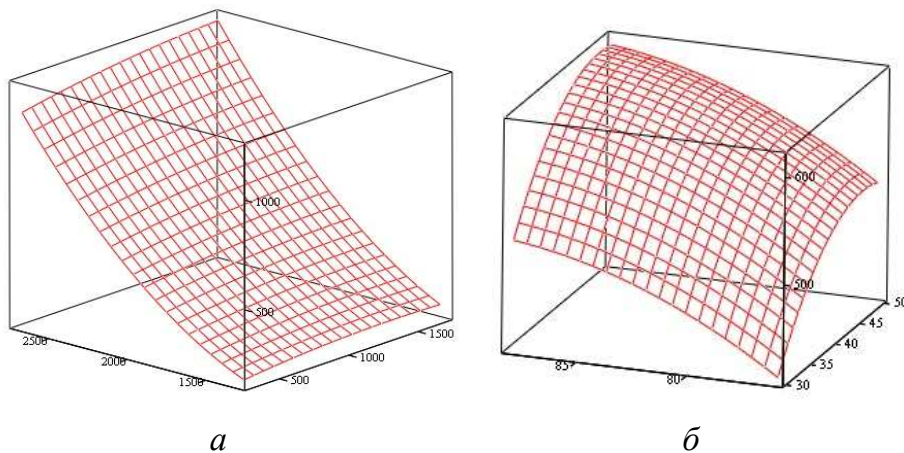


Рис. 2. Зависимость мощности, потребляемой приводом главного движения от варьируемых факторов: *а* – n и S_M ; *б* – b и $D_{\text{Вн}}$

Изменение потребляемой мощности в варьируемом диапазоне ширины зубца (рисунок 2, *б*) рабочего элемента при $n = 1300$ об/мин составляет 3,4%, с 175 до 181 Вт. С изменением параметра b от минимального до максимального значения при $n = 2700$ об/мин происходит увеличение потребляемой мощности на 12 %. В центральной точке плана эксперимента рост мощности составил 14% с 512 до 582 Вт.

Из графика функции $N_{\text{пр}} = f(D_{\text{Вн}}, b)$, представленного на рисунке 2, *б*, очевидно, что увеличение диаметра очищаемой трубы с 76 до 88 мм приводит к повышению мощности, потребляемой приводом на 13–15%, при значениях частоты вращения 1500 и 2500 об/мин.

Результаты обработки экспериментальных данных по определению потребляемой мощности позволили сделать выводы о влиянии конструктивно-технологических факторов на целевую функцию мощности:

– повышение мощности обработки при увеличении частоты вращения и внутреннего диаметра очищаемой трубы обусловлено ростом усилия динамического воздействия рабочего элемента на поверхность отложения, что приводит к увеличению момента сопротивления движению рабочего элемента;

– росту потребляемой мощности при увеличении параметра b , объясняется возникновением дополнительных сопротивлений движению инструмента. Рост сопротивления движению во вращательном движении инструмента с повышением параметра S_M объясняется увеличением усилия прижатия торцевой части рабочего элемента к отложению в направлении оси трубы, что позволяет провести некоторую аналогию с процессом сверления.

Практическая значимость представленных результатов обоснована тем, что полученные регрессионные и графические зависимости могут быть использованы для корректировки соответствующих выражений, полученных аналитическим путём, в методике расчета технологических режимов обработки, а также при проектировании установок и выборе приводных устройств для обрабатываемого инструмента.

Список литературы

1. Ахназарова С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : учеб. пособие / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1985. – 327 с.
2. Каталог оборудования для очистки котлов и теплообменников от накипи и отложений / Научно-техническое предприятие “Сплавы-сервис”. – Белгород, 2002. – 22 с.
3. Методические указания по безреагентным способам очистки теплообменного оборудования от отложений: РД 153 - 34.1 - 37.410 - 00. – М.: АООТ “ВТИ”, 2000. – 22 с.
4. Омелянюк М.В. Разработка технологии гидродинамической кавитационной очистки труб от отложений при ремонте скважин [Электронный ресурс]: дис. ... канд. техн. наук : 25.00.15, 05.02.13 / М.В. Омелянюк ; науч. рук. В. П. Родионов. – Краснодар, 2004. – (Из фондов Российской Государственной библиотеки). – Режим доступа : <http://diss.rsl.ru/diss/03/1064/031064010.pdf>

Сведения об авторе:

Бондаренко Иван Русланович – к.т.н., доцент, БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE POWER CONSUMED IN THE COURSE OF TREATING THE INTERNAL SURFACE OF PIPES WITH THE HELP OF AN INERTIAL TOOL

Bondarenko I.R.

Keywords: inertial impact tool, machining, internal surface of pipes, processing power.

Abstract. On the basis of experimental studies, a regression dependence of the power developed by the drive during the processing of the inner surface of the pipes was obtained in order to remove technological deposits with an inertial-impact tool.