

УДК 621.757

**ВЫБОР СПОСОБА СБОРКИ И РАЗБОРКИ СОЕДИНЕНИЯ С НАТЯГОМ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРЕБУЕМОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОВОЗДЕЙСТВИЯ**

©Романов С. В.

Українська інженерно-педагогічна академія

Інформація про автора:

Романов Сергій Валерійович: ORCID: 0000-0003-3770-1241; svrom@rambler.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Неотъемлемым атрибутом почти каждого агрегата в машиностроении являются соединения с гарантированным натягом. Рассматривая технологии сборки и разборки соединений с натягом при их создании и ремонте, приходится учитывать целый ряд факторов: технологических (сборка, разборка), конструктивных (габариты, материал, конфигурация деталей соединения, расположение разбираемого узла относительно других элементов установки), а также некоторые особенности, свойственные выбранному способу сборки или разборки, которые могут накладывать определённые ограничения.

Для технологии сборки и разборки соединений с использованием термовоздействия таким определяющим фактором является допустимая температура нагрева охватываемой детали, которая может ограничиваться физико-химическими свойствами материала последней.

В статье приведен анализ зависимости допустимой температуры нагрева от основных параметров, характеризующих соединение с натягом: номинального размера и наибольшего натяга (посадки). Рассмотрены наиболее распространённые посадки предпочтительного применения.

Ключевые слова: разборка соединений; индуктор; индукционный нагрев; технология.

Романов С. В. «Вибір способу складання та розбирання з'єднання з натягом залежно від необхідної температури термовпливу».

Невід'ємним атрибутом майже кожного агрегату в машинобудуванні є з'єднання з гарантованим натягом. Розглядаючи технології збирання та розбирання з'єднань з натягом при їх створенні і ремонті, доводиться враховувати цілий ряд факторів: технологічних (збірка, розбирання), конструктивних (габарити, матеріал, конфігурація деталей з'єднання, розташування розглядуваної вузла щодо інших елементів установки), а також деякі особливості, властиві обраному способу збирання або розбирання, які можуть накладати певні обмеження.

Для технології збирання та розбирання з'єднань з використанням термовпливу таким визначальним фактором є допустима температура нагріву деталі, що охоплює, яка може обмежуватися фізико-хімічними властивостями матеріалу останньої.

У статті наведено аналіз залежності допустимої температури нагріву від основних параметрів, що характеризують з'єднання з натягом: номінального розміру і найбільшого натягу (посадки). Розглянуто найбільш поширені посадки переважного застосування.

Ключові слова: розбирання з'єднань; индуктор; індукційний нагрів; технологія.

Romanov S. V. “Selecting a method of assembly and disassembly of the compound with an interference fit, depending on the desired temperature-heat”.

An essential attribute of nearly every unit in the engineering industry are the compounds with the guaranteed tightness. Considering the technology of assembly and disassembly of connections with a tightness in their creation and maintenance, it is necessary to take into account a number of factors: technological (assembly, disassembly), design (size, material, configuration, connection details, the location of the parsed node relative to other installation elements), as well as some of the features inherent to the selected process for assembling or disassembling, which may impose certain restrictions.

For processes using such a thermal influence determining factor is the temperature of heating parts, which may be limited to physico-chemical properties of the material details.

The article examines how the heating temperature depends on the basic parameters of the connection with the guaranteed tightness: the nominal size and the maximum a tightness (planting). Examined the most common planting preferred application.

Key words: disassembly of compound; inductor; induction heating; technology.

1. Постановка проблемы

Совершенствование процесса сборки (разборки) соединений с натягом является актуальным вопросом, которому уделяется большое внимание, как в отечественных, так и в зарубежных исследованиях.

Наиболее распространенным методом сборки соединений с гарантированным натягом по цилиндрическим сопрягаемым поверхностям является прессовой метод.

Однако этот метод имеет серьёзные недостатки:

- уменьшение величины натяга соединения вследствие сглаживания микронеровностей сопрягаемых поверхностей;
- образование царапин, рисок, задиров, т.к. запрессовка часто сопровождается перекосом сопрягаемых деталей относительно друг друга.

Перекося может вызвать деформацию менее прочной детали, приводящую к появлению в этой детали дополнительных внутренних напряжений, повреждение посадочных поверхностей или разрушение, вследствие чего снижается несущая способность соединения и точность. Практически невозможно применять эффективные антикоррозионные покрытия.

Этих недостатков лишён тепловой метод сборки соединений с натягом. Сборка соединений с натягом тепловым методом заключается в том, что сопрягаемые детали (одна или обе) предварительно подвергаются температурному воздействию, в результате чего они изменяют свои геометрические размеры, расширяясь при нагреве или сжимаясь при охлаждении.

После достижения температуры, обеспечивающей получение необходимого сборочного зазора в сопряжении, производится его сборка без приложения сборочного усилия.

2. Анализ последних исследований

Как показали многочисленные исследования, осевая прочность соединения, выполненного с использованием нагрева охватывающей детали в 2-2,5 раза выше прочности сопряжения, выполненного запрессовкой при прочих равных условиях и в 1,5-2 раза выше его прочности при передаче крутящего момента [1].

Нагрев деталей перед сборкой в промышленности производится различными устройствами:

- устройства, нагрев деталей в которых осуществляется от внешнего источника тепла (печи различной конструкции);
- устройства, в которых тепло выделяется непосредственно в теле детали при протекании в ней электрического тока (индукционные нагреватели).

Целью настоящей работы является определение и обоснование параметров гладкого цилиндрического соединения с гарантированным натягом, при которых можно применять тепловую сборку.

3. Основная часть

Температура, до которой необходимо нагреть охватывающую деталь для обеспечения тепловой сборки, определяется по формуле [1.6]:

$$T = (N\delta + S) / \alpha d + t_0, \quad (1)$$

где $N\delta$ – наибольший натяг, мм;

S – необходимый для сборки зазор, мм (для цилиндрических деталей $S=0,01\sqrt{d}$);

d – номинальный диаметр соединения, мм;

α – коэффициент линейного расширения, $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ (для стали $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$);

t_0 – начальная температура, $^\circ\text{C}$.

Таким образом, температурный перепад при нагреве $\Delta t = t - t_0$ зависит от двух факторов: от величины натяга $N\delta$, который нужно создать в соединении, и от номинального диаметра соединения d [2].

Поскольку величина натяга $N\delta$ в свою очередь зависит от диаметра d , на основании таблиц полей допусков были построены графики $N\delta = f(d)$. Они построены для нескольких посадок с натягом, рекомендуемых для предпочтительного применения: Н7/г6, Н8/у8, Н8/х8 и Н8/з8.

Наибольший натяг $N\delta$ определяется как разность между верхним отклонением вала и нижним отклонением отверстия (рисунок 1).

Графики $N\delta = f(d)$ приведены на рисунке 2.

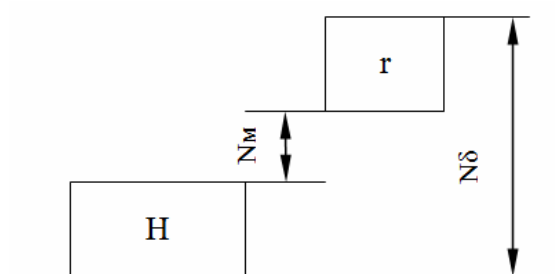


Рис. 1 – Расположение полей допусков для посадки с натягом в системе отверстия

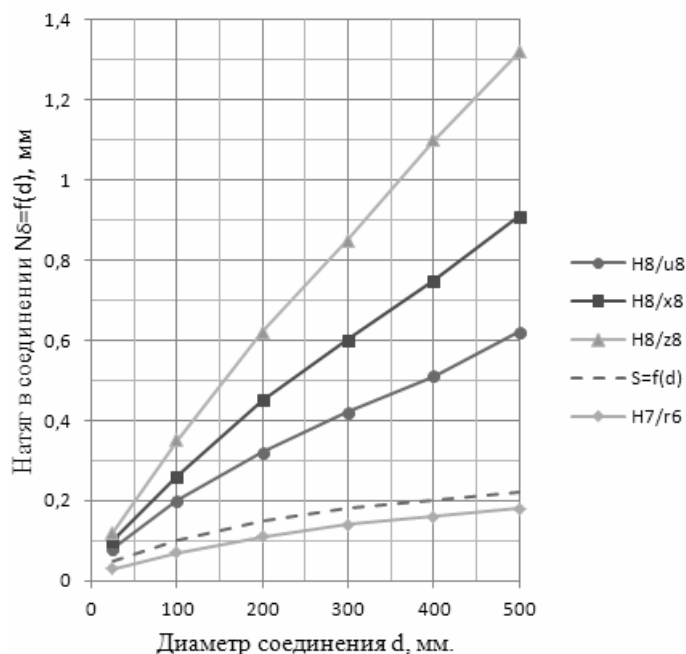


Рис. 2 – Зависимость натяга $N\delta$ и сборочного зазора S от диаметра соединения

На этом же рисунке нанесена кривая, характеризующая зависимость сборочного зазора от диаметра $S=f(d)$ (ее приняли одинаковой для всех посадок).

Графики зависимости температурного перепада от диаметра d для разных посадок показаны на рисунке 3.

Решая вопрос о возможности применения теплового метода для сборки соединения, следует учитывать факторы, ограничивающие максимально допустимую температуру нагрева детали.

Установлено, что нагрев стальных деталей выше 350-400 °С может вызвать появление окалины, которая затрудняет выпрессовку, а иногда может сделать её вообще невозможной без разрушения деталей. В ряде случаев максимально допустимую температуру нагрева приходится снижать до 200 °С, если деталь перед сборкой подвергается термообработке с низким отпуском.

На основании анализа выше приведенных графиков, принимая (в среднем), что температурный перепад при нагреве охватываемой детали не должен превышать 300 °С, получим следующие значения диаметров d , для которых возможен нагрев (в том числе индукционный) под сборку (таблица 1).

Построив по данным таблицы 1 график $d=f(N\delta)$ (рисунок 4), можно получить наглядное представление о том, при каких параметрах соединения (d и $N\delta$) применение тепловой сборки (разборки) нежелательно – область А, расположенная ниже кривой $d=f(N\delta)$; в области, лежащей выше этой кривой (область Б), такая сборка возможна. Всё сказанное относится равно как к индукционному нагреву, так и к нагреву в печи или другом нагревательном устройстве. Решать вопрос о том, какой из этих способов нагрева предпочесть, следует с учетом их сравнительной характеристики, о чем говорилось выше.

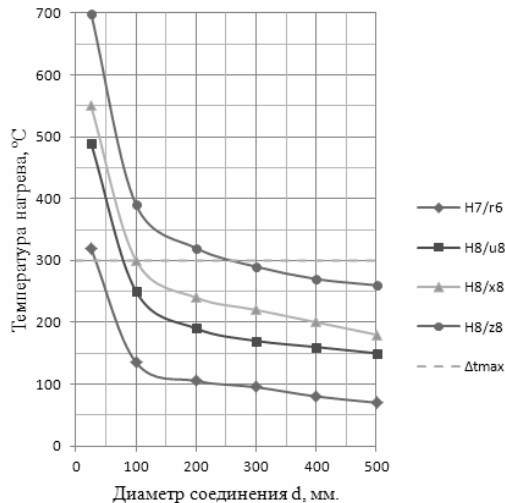
Технологія машинобудування

Рис. 3 – Зависимость требуемой температуры нагрева от диаметра соединения для различных посадок

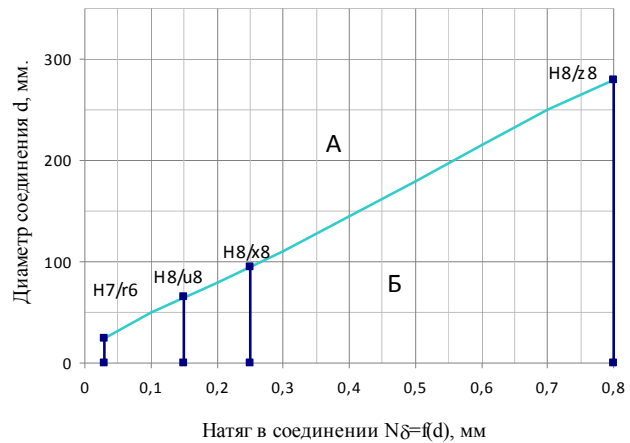


Рис. 4 – Минимальные размеры диаметров соединений, для которых можно применять тепловую сборку

Верхняя граница области Б определяется лишь возможностью изготовить соответствующее нагревательное оборудование. С этой точки зрения, чем больше размер соединения и натяг, тем предпочтительнее применение индукционного нагрева, поскольку разобрать соединение, применив нагрев в печи, практически невозможно, и изготовить индуктор для нагрева больших деталей легче, чем печь. Однако при этом необходимо учитывать возможность образования окалины и принимать меры для её устранения.

Таблица 1 – Минимальные значения диаметров соединений, при которых возможна тепловая сборка для различных посадок

| Посадка | <u>H7</u> r6 | <u>H8</u> u8 | <u>H8</u> x8 | <u>H8</u> z8 |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>d</i> , мм | 30 | 70 | 100 | 280 |

Альтернативой тепловой сборки является сборка под прессом. Четкую границу, отделяющую область, где использование прессы становится неэффективным и предпочтительно применение тепловых методов, провести трудно; задачу приходится решать применительно к конкретным условиям, в зависимости от конструктивных, технологических и массогабаритных факторов. Особенно габариты в целом ряде случаев могут оказаться решающим фактором, поскольку применение прессы для крупногабаритных деталей ограничивается мощностью наличных прессов.

Список использованных источников:

1. Андреев Г. Я. Тепловая разборка соединений с натягом / Г. Я. Андреев, Б. М. Арпентьев, Б. Г. Кокшенив // *Технология и организация производства*. – 1972. – № 1. – С. 96 -99.
2. Резниченко Н. К. Качество и энергосбережение в процессах сборки и разборки соединений индукционным нагревом / Н. К. Резниченко. – Харьков : НТМТ, 2009. – 180 с.

References:

1. Andreyev, G, Arpentyev, B & Kokshenev, B 1972, 'Teplovaya razborka soyedineniy s natyagom', *Tekhnologiya i organizatsiya proizvodstva*, no. 1, pp. 96 –99.
2. Reznichenko, N 2009, *Kachestvo i energosberezeniye v protsessakh sborki i razborki soyedineniy induktsionnym nagrevom*, NTMT, Kharkov.

Стаття надійшла до редакції 17 травня 2016 р.