

Рисунок 3 – Микроструктура исследуемой стали:
а – до упрочняющей термообработки; *б* – после ТО

В микроструктуре стали после упрочняющей термообработки (см. рисунок 3, *б*) наблюдается бейнитная структура, которая состоит из темного травленого бейнитного феррита, мягкого феррита в отдельных зонах и остаточного аустенита. При температурном интервале 460–480 °С бейнит приобретает широкую перистую структуру, называемую верхним бейнитом. Присутствие мягкого феррита трудно выявить в образцах с верхнебейнитной структурой, так как бейнитно-ферритная структура, сформировавшаяся при этих температурах, также обладает пластинчатой морфологией, аналогичной мягкому ферриту. При более длительном отпуске и повышении температуры превращения (460–480 °С) происходит активное зарождение бейнитных ферритных игл, что приводит к увеличению бейнитно-ферритных пластин [3]. В результате снижается содержание остаточного аустенита в материале.

В ходе исследований были получены количественные зависимости основных технологических параметров термообработки, которые легли в основу новой технологической инструкции для производства пружин тележек грузовых вагонов. Эта инструкция отражает влияние температуры и времени выдержки в печи на механические и эксплуатационные свойства пружин.

Внедрение предложенной технологии позволило значительно улучшить качество готовой продукции, повысить ее механические характеристики, а также улучшить макро- и микроструктуру металла по сравнению с ранее применяемой технологией. Кроме того, это привело к увеличению выхода годных пружин тележек грузовых вагонов.

Список литературы

- 1 ГОСТ 1452–2011. Пружины цилиндрические винтовые тележек и ударно-тяговых приборов подвижного состава железных дорог. Технические условия (с изм. № 1, с поправкой). – М. : Стандартинформ, 2016. – 27 с.
- 2 Семёнов, М. Ю. Определение углеродного потенциала и коэффициента массопереноса углерода при вакуумной цементации сталей / М. Ю. Семёнов // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2024. – № 1. – С. 8–13.
- 3 Acharya, P. P. Microstructure and mechanical properties of austempered AISI 9255 high-silicon steel / P. P. Acharya, R. Udapa, R. Bhat // *Materials Science and Technology*. – 2018. – Vol. 34, no. 3. – P. 355–365.

УДК 66.047.7:669.295

НАГРЕВ НЕПОДВИЖНОГО СЛОЯ ОКАТЫШЕЙ ПОТОКОМ ГАЗА

Н. К. ТУРСУНОВ, Э. М. БАХТЕЕВ, С. Н. АБСАТТАРОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Проблема рационального использования топливно-энергетических ресурсов наиболее важна для энергоёмких промышленных производств [1].

Эффективное решение задачи оптимального управления любым сложным объектом, как правило, связано с достаточно полным рассмотрением физической сущности протекающих в нем процессов и анализом их особенностей [2, 3].

Решения Шумана и Анцелиуса позволяют найти температурные поля либо в нагреваемом или охлаждаемом неподвижном плотном слое, либо продуваемой газом садке мелких деталей, либо в поперечно продуваемом движущемся плотном слое и других подобного рода случаях в любой момент времени от начала продувки, а также находить изменение температуры отходящих газов в процессе обработки слоя окатышей. Представляются решения, когда начальная температура во всех точках одинакова, а температура газа на входе в слой постоянна во времени [4].

Для этих условий решения задачи Шумана в наиболее удобной для расчетов форме представляются следующими выражениями:

$$\theta_m = \frac{(t_m - t'_m)}{(t'_g - t'_m)} = e^{-Y} \int_0^Z e^{-\varepsilon} \cdot I_0(2\sqrt{\varepsilon Y}) d\varepsilon; \quad (1)$$

$$\theta_g = \frac{(t_g - t'_m)}{(t'_g - t'_m)} = 1 - e^{-Z} \int_0^Y e^{-\varepsilon} \cdot I_0(2\sqrt{\varepsilon Y}) d\varepsilon, \quad (2)$$

где θ_m и θ_g – относительные температуры для материала и газа; Y и Z – безразмерные числа, высота слоя и время нагрева, соответственно; $I_0(x)$ – функция Бесселя первого рода от мнимого аргумента.

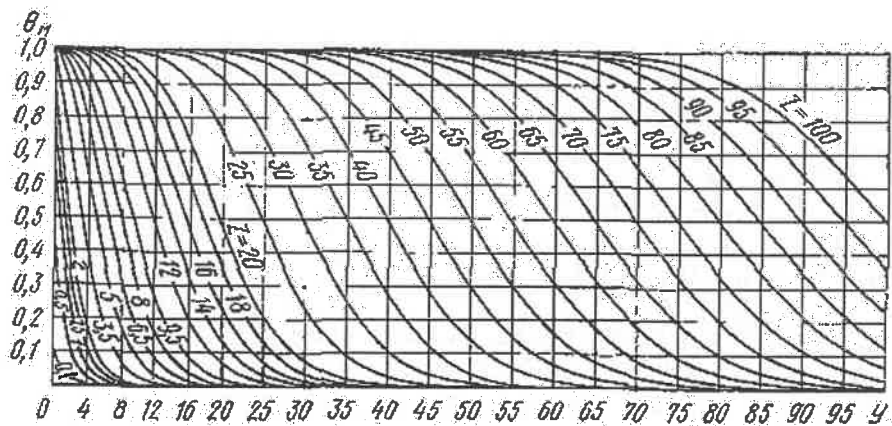


Рисунок 1 – Температура материала слоя θ_m в зависимости от Y и Z

Определение интегралов в (1) и (2) может быть произведено любым из известных способов.

На практике широкое распространение получили графики, представляющие собой результаты расчетов по приведенным выше уравнениям возможных вариантов изменения параметров, характерных для процесса нагрева (охлаждения) неподвижного плотного слоя.

Определение количества тепла, аккумулированного материалом при прогреве неподвижного слоя или отданного им в процессе охлаждения, может быть выполнено после отыскания температуры материала, усредненной по всей массе (высоте) слоя. Этой цели служит график $\bar{\theta}_m = f(Y, Z)$, приведенный на рисунке 2.

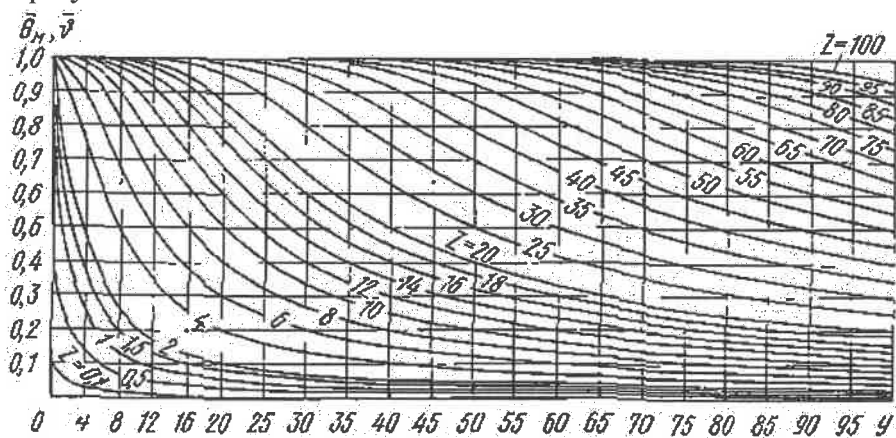


Рисунок 2 – Температура материала, усредненная по высоте слоя, в зависимости от Y и Z

После определения \bar{t}_m количество аккумулированного тепла рассчитывается по формуле

$$\bar{\theta}_m = \Omega h c_m \bar{t}_m, \quad (3)$$

где Ω – сечение слоя, m^2 .

Если возникает необходимость расчета температурных полей в плотном слое при неравномерном начальном распределении температур или при произвольном изменении температуры газа на входе в слой и в других сложных случаях, то следует обратиться к результатам работ зарубежных ученых, обобщенных в монографиях.

Список литературы

- 1 Оптимизации режима технологического процесса сушки титановых окатышей в агрегате туннельного типа / А. Л. Рутковский [и др.] // Цветные металлы. – 2021. – № 5. – С. 89–94.
- 2 Моделирование газодинамических параметров шихты в процессе получения титановых окатышей с целью оптимизации / А. Л. Рутковский [и др.] // Вестник ГГНТУ. Технические науки. – 2022. – Т. 18, № 2 (28). – С. 63–71.
- 3 Рутковский, А. Л. Моделирование процесса формирования титановых окатышей в барабанном окомкователе / А. Л. Рутковский, Э. М. Бахтеев, Х. А. Бутов // Вестник ГГНТУ. Технические науки. – 2023. – Т. 19, № 2 (32). – С. 66–73.
- 4 Теплотехнические расчеты металлургических печей : учеб. пособие / Б. Ф. Зобнин [и др.]. – М. : Металлургия, 1982. – 360 с.

УДК 621.912.3

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ДЛИНЫ ЗВЕНА МЕХАНИЗМА ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

Н. К. ТУРСУНОВ, Ш. И. МАМАЕВ, А. Н. АВДЕЕВА, Д. И. НИГМАТОВА

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

На современном этапе, в Узбекистане, огромный рост получило сельское хозяйство, развивается горнодобывающая промышленность. Для поддержания товарооборота требуется с каждым днём всё больше и больше специализированных современных машин, которые в данный момент поставляются в республику из других стран. При дальнейшем увеличении производства и выхода его на новый уровень возникнет необходимость изготавливать все машины на месте, в Узбекистане. Развитие машиностроения потребует производства различных станков, в том числе поперечно-строгальных, которые, сейчас, импортируют в Республику Узбекистан через компанию «UZSTANEX», входящую в холдинг «StanexGroup». Главная цель любого развивающегося государства – конкурентоспособность, а она возможна только при независимости от поставщиков.

Первые попытки создания строгального станка начались с Леонардо да Винчи, а совершенствование его продолжается по сей день такими инженерами, как Халилов И. А., Хохлов А. В., Маркин Ю. С., Гебель Е. С. Данная статья рассматривает метрический синтез механизма поперечно-строгального станка. По полученной математической модели проводится оптимизация геометрических размеров его звеньев для улучшения показателей качества работы всего станка.

Строгальные, как и долбежные, станки выполняют обработку различных поверхностей, а также прорезают пазы и канавки. Основной составляющей поперечно-строгального станка являются станина, поперечина, стол, суппорт, механизм вертикальной подачи суппорта, ползун, коробка скоростей, коробка электрооборудования, механизм переключения скоростей (рисунок 1). При метрическом и кинематическом анализе и синтезе любого механизма используется схематическая – кинематическая схема. Если задан конкретный механизм, то схема вычерчивается в масштабе. Так как в статье проводится выбор оптимальных размеров звеньев, то схема станка представлена без масштаба.

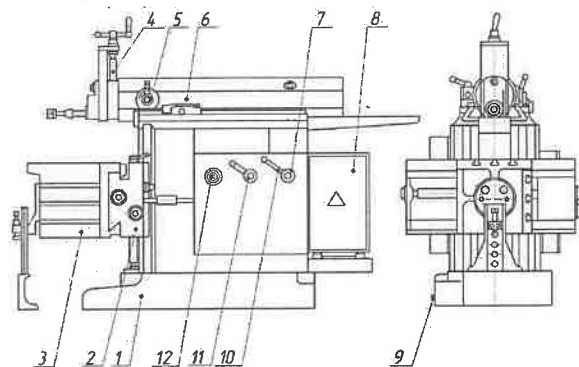


Рисунок 1 – Основные составляющие поперечно-строгального станка 7305Т:

- 1 – станина; 2 – поперечина; 3 – стол; 4 – суппорт;
- 5 – механизм вертикальной подачи суппорта; 6 – ползун;
- 7 – коробка скоростей; 8 – коробка электрооборудования;
- 9 – смазка; 10 – механизм переключения скоростей;
- 11 – коробка подач; 12 – кулисный механизм