

## ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО ШТАМПОВОЧНОГО ТЕПЛА ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Адаменко В. М.<sup>1</sup>, Мрочек Ж. А.<sup>2</sup>

1 – филиал БНТУ «Борисовский государственный  
политехнический колледж»

2 – Белорусский национальный технический университет  
bgpk@bntu.by

**Аннотация.** Работа относится к машиностроению, преимущественно к термической обработке цилиндрических заготовок, поковок после их штамповки на кривошипных горячештампочных прессах с использованием остаточного штамповочного тепла, при этом обеспечиваются наиболее высокие показатели использования электроэнергии расходуемой на нагрев цилиндрических заготовок для пластической деформации, повышение качества. В основе предлагаемой методики использована плотность теплового потока от горячей поковки к заготовке, непрерывность использования остаточного тепла поковки для предварительного нагрева заготовок, термической обработки, в частности отпуска, нормализации поковок и которые могут быть использованы на промышленных предприятиях.

**摘要。** 本文提到了圆柱坯料的热处理，锻件在曲柄热锻压力机上使用残余冲压热冲压后，从而确保加热圆柱形钢坯塑性变形的最高能源消耗率，提高其质量。所提出的技术是基于从热锻到钢坯的热通量密度，锻件余热的连续性用于工件的预热，热处理，特别是回火、锻件的正火，并且可以用于工业企业。

Проблема использования остаточного тепла является актуальной для специалистов, занимающихся технологией изготовления поковок методом горячей объемной штамповки. Нагрев заготовки до температурыковки (1180–1300 °С) – процесс, который качественно характеризуется тепловым излучением, а количественно-полным потоком, плотностью потока и зависит от температуры [1].

Расчет суммарной плотности теплового потока от горячей поковки к заготовке и температуру предварительно нагретой заготовки осуществляем на примере детали рейка-поршень рулевого управления 4310-3401411.

Суммарная плотность теплового потока от горячей поковки к заготовке с учетом площади поверхности поковки определяется из выражения [2]:

$$Q = qF = \varepsilon_{\Pi} C_0 [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] F_1/F_2$$

$$Q = qF = \varepsilon_{\Pi} C_0 [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] F_1/F_2,$$

где  $\varepsilon_{\Pi} = 1 / (1 / \varepsilon_1 + 1 / \varepsilon_2 - 1)$  – предельная степень черноты двух тел;

$\varepsilon_1 = 0,87$  – степень черноты нагретой поковки;

$\varepsilon_2 = 0,94$  – степень черноты заготовки;

$C_0 = 5,77 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$  – коэффициент излучения абсолютно черного тела;

$T_1, T_2$  – абсолютные температуры тел, К;

$F_1$  – площадь поковки,  $\text{м}^2$ ;  $F_2$  – площадь заготовки,  $\text{м}^2$ .

Так как площадь поковки приблизительно равна площади заготовки, принимаем  $F_1 / F_2 = 1$ .

Таким образом, нагрев заготовки составляет 434 °С.

Распределение теплоты нагрева заготовки в процессе формообразования поковки, ее количество в процентах, а также области использования во времени и интервалах температур представлено на рис.1.

Анализ результатов исследований показал, что на формообразование поковки затрачивается около 29 % общей тепловой энергии, что указывает на невысокую эффективность процесса получения поковки, в связи с этим основное направление дальнейших исследований состоит в эффективном использовании остаточного штамповочного тепла.

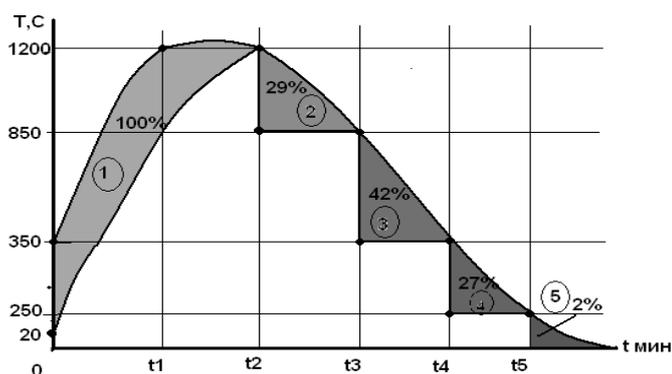


Рисунок 1 – Распределение использования остаточной теплоты поковки по времени и температуре (поковка массой 7,2 кг детали рейка-поршень, изделие завода ОАО «АГУ»): 1 – область предварительного нагрева заготовки; 2 – область формообразования; 3 – область отбора теплоты поковки после формообразования для последующего использования; 4 – область самоотпуска с использованием остаточной теплоты; 5 – область использования остаточной теплоты для технологических целей

Для предварительного нагрева заготовок за счет теплового излучения горячештампованных поволоков предлагается конструкция устройства [3], принципиальная схема которого представлена на рисунке 2.

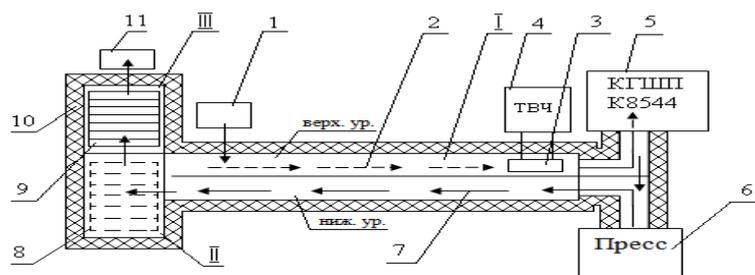


Рисунок 2 – Схема устройства замкнутого цикла использования остаточного штамповочного тепла горячештампованных поковок:

I – камера предварительного нагрева; II – камера выдержки; III – камера охлаждения; 1- бункер с заготовками; 2 – конвейер для заготовок; 3 – индуктор; 4 – ТВЧ; 5 – пресс КГШП; 6 – пресс для обрубки облоя; 7 – конвейер для поковок; 8 – качающийся рольганг; 9 – рольганг наклонный; 10 – корпус футерованный; 11 – тара

На основании проведенных исследований предложена функциональная модель безлюдной технологии изготовления горячештампованных поковок, общий вид которой показан на рис.3.

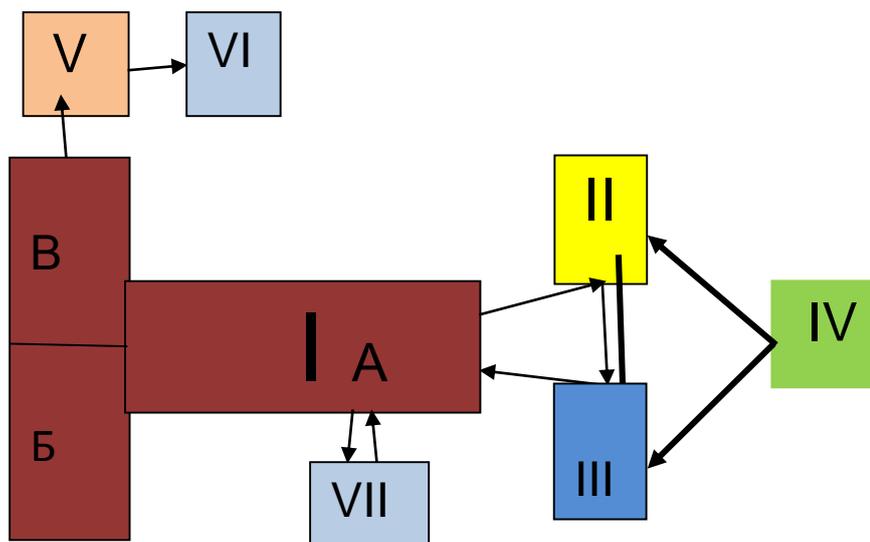


Рисунок 3 – Модель безлюдной технологии изготовления горячештампованных поковок: I – устройство для предварительного нагрева цилиндрических заготовок и отпуска и нормализации поковок в процессе штамповки (патент № 23024); А – камера предварительного нагрева; Б – камера выдержки; В – камера охлаждения; II – кривошипный горячештамповочный пресс К8544; III – обрезной пресс К9534; IV – программируемый робот манипулятор «Циклон 5»; V – голтовочный барабан с дробеструйным устройством; VI – технологическая тара; VII – автоматизированная система управления

Следует отметить, что предлагаемые решения являются эффективными в условиях производства.

#### Список использованных источников

1. Адаменко, В. М. Технические решения процессов энергосбережения в условиях машиностроительного производства / В. М. Адаменко, Ж. А. Мрочек // «Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки»: тезисы докл. междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 5 апреля 2017 г.). – Минск: Бизнесфосет, 2017, – 237 с.

2. Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче: учеб. пособие для вузов / Е. А. Краснощеков, А. С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. – 288с., ил.

3. Устройство для предварительного нагрева цилиндрических заготовок и отпуска и нормализации поковок в процессе штамповки. Пат. № 23024 ВУ, МПК С21D 1/10, С21D, С21D 9/08 /В. М. Адаменко, Ж. А. Мрочек (ВУ); заявитель и патентообладатель Белорусский национальный технический университет. – № а20180022; заявл. 23.01.2018 // Официальный бюл. / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2020. – № 3.

УДК 621.9.04

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ОСЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Ажар А. В.<sup>1</sup>, Колесников Л. А.<sup>1</sup>, Яцкевич О. К.<sup>1</sup>,  
Мухиддинов З. Н.<sup>2</sup>, Умаров Т. У.<sup>2</sup>

1 – Белорусский национальный технический университет

2 – Ташкентский государственный технический университет имени Ислама  
Каримова

1 – mtools@bntu.by

2 – zayniddinmuxiddinov@tdtu.uz

**Аннотация.** В данной статье рассматривается стабильность эксплуатационных свойств осевых инструментов. Стойкость инструмента в этом случае рассматривается как время безотказной работы, с заданной вероятностью  $P$ . Исходя из этого авторами на основании промышленных статистических исследований и математического анализа доказывалось, что возможно 5–6 кратная экономия инструмента с одновременным снижением их стоимости и расходов на инструментальные материалы.

**摘要。** 本文研究了轴向工具运行性能的稳定性。在这种情况下，工具寿命被视为无故障运行时间，具有给定的概率  $P$ 。基于此，作者通过工业统计研究和数学分析，证明可以节省 5–6 倍的工具，同时降低其成本和工具材料成本。

**Введение.** Известно, что под надежностью изделий понимают «вероятность удовлетворительного соответствия их своему основному назначению и их безотказная работа в определенных условиях окружающей среды и в течении