

УДК 621.7.025.3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ «ВТУЛКА РЕГУЛИРОВОЧНАЯ» ИЗ ЛАТУНИ Л63 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРЕВА ЗАГОТОВКИ

Дилхан Йылмаз

Студентка магистратуры 2 года обучения кафедра «Технология обработки материалов»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Лавриненко Владислав Юрьевич, д.т.н., заведующий кафедрой «Технология обработки материалов»

В предыдущих исследованиях [1-3] была теоретически и экспериментально обоснована эффективность применения низкотемпературного в диапазоне температур от 210 до 240°C предварительного нагрева заготовок из латуни Л63 для снижения сил деформирования при холодной объемной штамповке (ХОШ) детали «Регулировочная втулка». В настоящее время данную деталь изготавливают на ООО «Сатурн» (г. Набережные Челны) обработкой резанием из прутка, что повышает расход материала и не обеспечивает требуемую производительность.

Целью данной работы являлась разработка технологического процесса ХОШ данной детали, включающая выбор основного технологического оборудования, проектирование конструкции устройства для нагрева заготовок и интеграцию всех элементов в автоматизированную линию.

На рис.1 представлены технологические переходы ХОШ детали «Регулировочная втулка»: отрезка заготовки; предварительная высадка головки; предварительная осадка головки; г – окончательная осадка головки; предварительное выдавливание углубления; окончательное выдавливание углубления и пробивка отверстия.

На основе результатов компьютерного моделирования в QFORM, показавших снижение максимальной силы деформирования до 1,9 раза при нагреве исходной заготовки до температуры 225 °С, для серийного производства был выбран холодновысадочный автомат Nedschroef Herentals NH618 (номинальная сила 2300 кН, производительность до 180 шт/мин). Данная модель обеспечивает 6-позиционную штамповку и уже используется на предприятии-партнере ООО «Сатурн», что упрощает внедрение технологии.

Также была разработана конструкция установки электроконтактного нагрева (УКН), спроектированная для быстрого и равномерного нагрева заготовки в виде мотка проволоки непосредственно перед подачей в холодновысадочный автомат. Метод прямого электроконтактного нагрева (джоулев нагрев) был выбран благодаря его высокому КПД, скорости и равномерности распределения температуры по сечению заготовки.

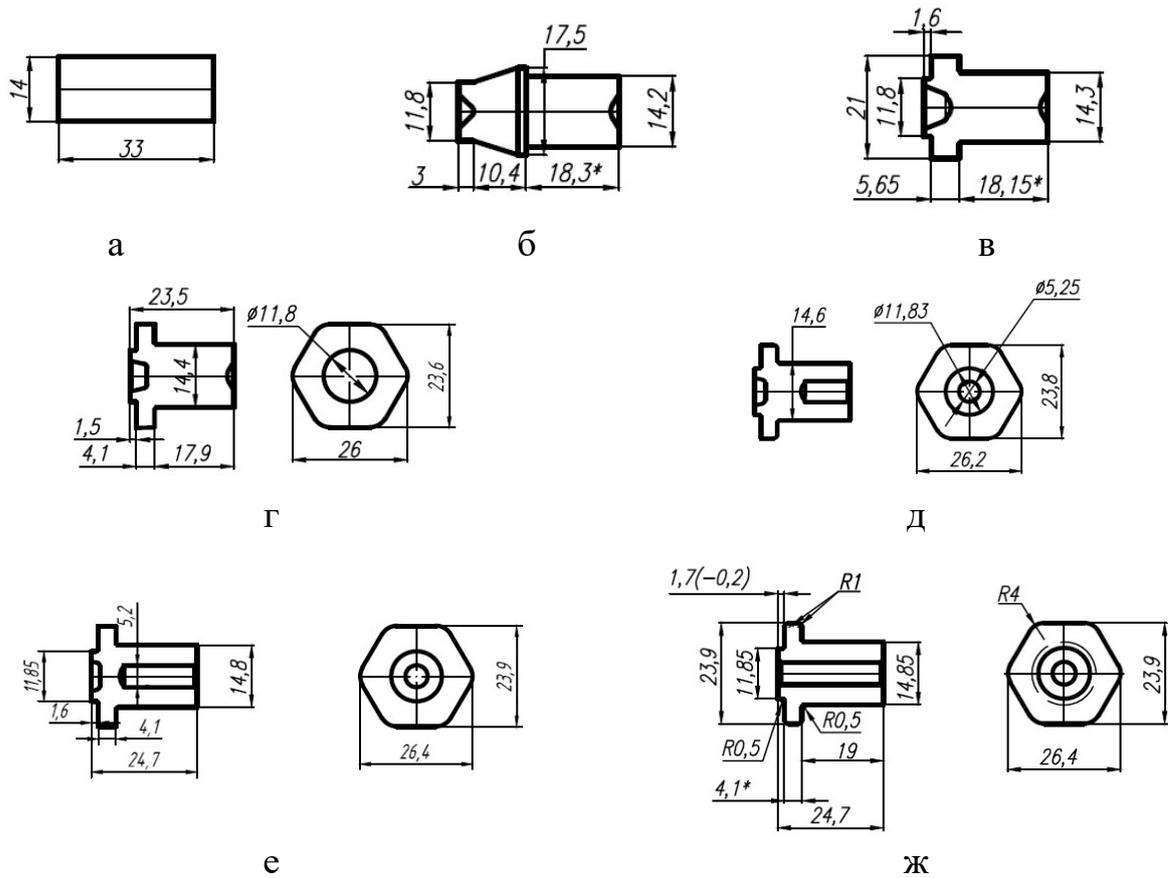


Рис.1- Схемы технологических переходов штамповки детали «Регулировочная втулка»:
а – отрезка заготовки; б – предварительная высадка головки;
в – предварительная осадка головки; г – окончательная осадка головки;
д – предварительное выдавливание углубления; е – окончательное выдавливание углубления; ж- пробивка отверстия

Основным исполнительным узлом УКН является контактная головка (токосъёмник), трёхмерная модель которой представлена на рис. 2.

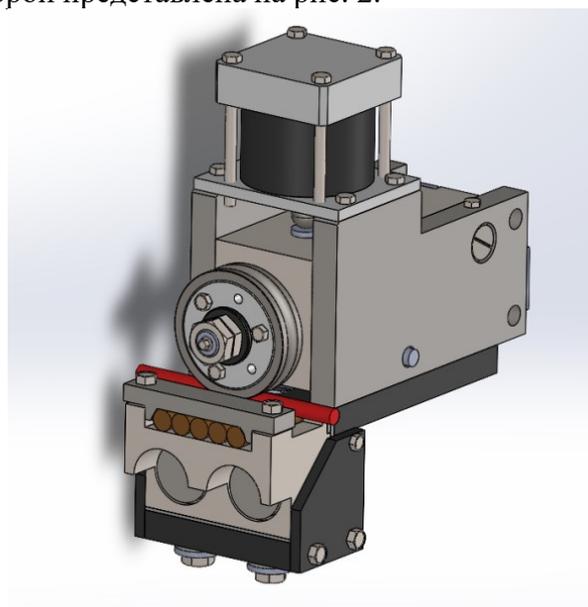


Рис.2 – Контактная головка УКН

В состав головки входят силовой каркас, пневматический привод, рычажный механизм с контактными роликами и система электрической изоляции. Для обеспечения надёжного электрического контакта при токах до 7,5 кА контактные стержни изготовлены из хромовой бронзы БрХ0.8, а изоляционные детали – из стеклотекстолита СТ-5.

Полная спецификация материалов и деталей контактной головки приведена на рис. 3.

Поз.	Наименование	Материал	Кол.
1	Рычог	Сталь ГОСТ 1050-2012	1
2	Упор	Сталь 40х ГОСТ 4543-2016	1
3	Шток	Сталь 40х ГОСТ 4543-2016	1
4	Втулка	Бронза Бр АЖ9-4 ГОСТ 493-2014	1
5	Крышка	Сталь 40х ГОСТ 4543-2016.	1
6	Поршень	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	1
7	Крышка 2		1
8	Ось	Сталь 20Х ГОСТ 4543-2016.	1
9	Гильза		1
10	Ролик	Сталь 40х ГОСТ 4543-2016	1
11	Втулка 2		1
13	Щека	Сталь 30 ГОСТ 19903-2015	1
14	Щека 2	Сталь 30 ГОСТ 19903-2015	1
15	Стойка	Сталь 30 ГОСТ 19903-2015	1
16	Опора	Сталь 25 ГОСТ 19903-2015	1
17	Вставка	Сталь 35 ГОСТ 1050-2013	2
18	Корпус	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	1
19	Планка	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	1
20	Прижим	Сталь 35 ГОСТ 1050-2013	1
21	Втулка 3		2
22	Прокладка	Стеклотекстолит СТ-5 ГОСТ 12652-2014	1
23	Прокладка 2	Стеклотекстолит СТ-5 ГОСТ 12652-2014	1
24	Втулка 4	Стеклотекстолит СТ-5 ГОСТ 12652-2014	2
25	Шайба	Сталь 40х ГОСТ 4543-2016	2
26	шайба 2		2
27	Упор	Ст3пс ГОСТ 14637-2012	2
31	Ступица	Сталь 40х ГОСТ 4543-2016	1
32	Кальцо	Текстолит ГОСТ 5-2014 Стеклотекстолит	2
33	Шайба	СТ-5 ГОСТ 12652-2014.	1
34	Упор 2		1
36	Ось 2	Сталь 40х ГОСТ 4543-2016.	1
37	Контактные стержни	Бронза БрХ0.8 ГОСТ 18175-2018	5
38	Зготовка	Латунь Л63 ГОСТ 15527-2004	1

AKS BELIRILMEYEN DERECE: KULLANILAN MALZEMELERIN SAYI VE CAGI TOLERANSLAR: ACIKLANSIN.	BTIRIWE:	KESKEN HEMELERINI PAPLATA VE KIBI:	TENK REJIM OLCERLEHORMEYEN	REWEYON
ESEN	BAZA	TAPRI		BASIK:
ESNET				
ESMET				
ESME				
KAURE				
		MALZEME:	RESIM NO:	
		ACIKLIK:	OLCERLEH	SAPKA 1/1

Головка

Рис.3 - Спецификация конструкции контактной головки УКН

Расчет параметров установки проводили исходя из необходимости нагрева исходной заготовки диаметром до 17 мм и длиной до 1500 мм до температуры 225 °С со скоростью подачи до 5 м/мин.

Полезная тепловая мощность, требуемая для нагрева, составила 12,54 кВт. С учетом коэффициента полезного действия ($\eta=0,55$) и коэффициента мощности ($\cos \varphi=0,7$) была выбрана полная электрическая мощность установки 90 кВА.[3,5] Силовой трансформатор обеспечивает два режима работы: 12 В (ток до 7,5 кА) для заготовок максимального сечения и 24 В (ток до 3,75 кА) для заготовок меньшего диаметра [4-6].

На основе выполненных расчетов в среде SolidWorks была разработана трехмерная модель установки (рис. 4), включающая несущую раму с регулируемым расстоянием между токосъемными головками (500-1500 мм), пневматическую систему прижима (рабочее давление 0,8 МПа), систему жидкостного охлаждения контактных узлов и блок управления.

Спроектированная УКН интегрируется в автоматизированную линию между размоточным устройством и холодновысадочным автоматом, обеспечивая непрерывный цикл (рис. 5) «подача — нагрев — штамповка» (рис.5).

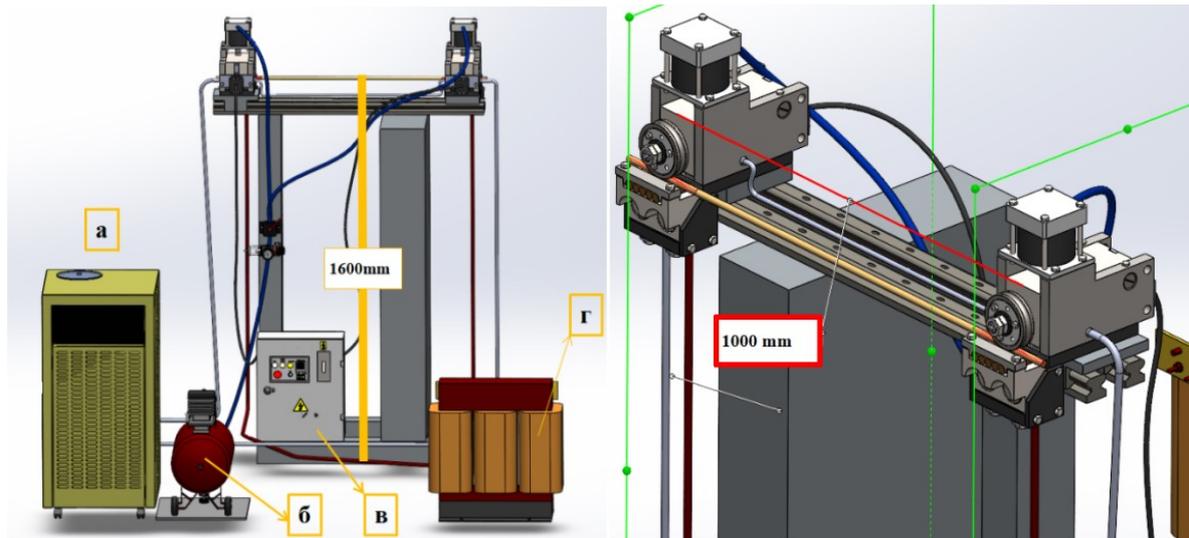


Рис.4 – Состав установки контактного нагрева (УКН):

а – чиллер (установка охлаждения); б - компрессор (8 бар); в - электрический шкаф;
г - трансформатор (380 В / 24 В)

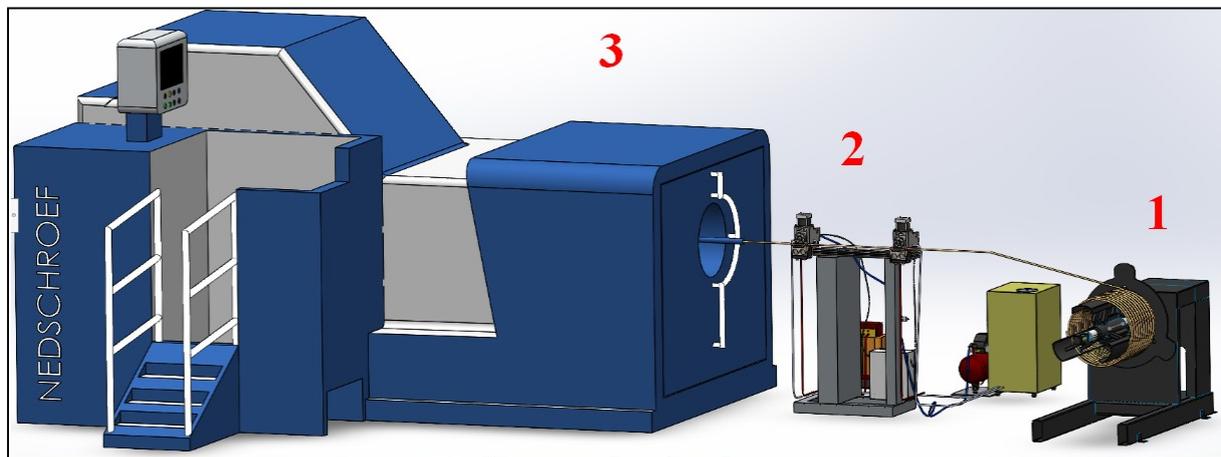


Рис.5 - Общий вид автоматизированной линии для ХОШ детали «Втулка регулировочная» в предварительном низкотемпературном нагревом: 1- размоточное устройство 2- УКН; 3- холодновысадочный автомат Nedschroef Herentals NH618

Выводы:

В результате выполнения работы разработан технологический процесс ХОШ детали «Втулка регулировочная» из латуни Л63 с использованием предварительного низкотемпературного нагрева заготовки, выбрано основное технологическое оборудование для ХОШ – шестипозиционный холодновысадочный автомат Nedschroef Herentals NH618, спроектирована конструкция устройства контактного нагрева заготовок и предложена схема автоматизированной линии по производству детали «Втулка регулировочная».

Ключевые слова: латунь Л63, холодная объемная штамповка, низкотемпературный нагрев, электроконтактный нагрев, проектирование оснастки, стойкость инструмента.

Литература

1. Лавриненко В.Ю., Лавриненко Ю.А., Айрапетян А.С., Файрузов Р.С., Кирсанов А.С. Экспериментальные исследования влияния предварительного

низкотемпературного нагрева заготовок из легированных сталей на сопротивление деформированию при холодной объемной штамповке // Заготовительные производства в машиностроении. 2021. Т. 19. 9. С. 396-399.

2. Дилхан Й. Теоретические исследования процесса холодной объемной штамповки детали «Втулка регулировочная» из латуни Л63 с использованием низкотемпературного нагрева заготовки // Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии. 14–18 апреля 2025 г., Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана.–М.: ООО «КванторФорм», 2025. – URL ; <https://studvesna.ru/?go=articles&id=4273>.

3. Лавриненко В.Ю., Лавриненко Ю.А. Разработка конструкции установки электроконтактного нагрева заготовок для штамповки сложнопрофильных деталей на холодновысадочных автоматах // Электротехнология. 2023. № 12. С. 8–14.

4. Колмаков Ю.В. Электротехнология: Лекция 2 – Электроконтактный нагрев [Электронный ресурс]. URL: http://www.kgau.ru/distance/etf_01/kolmakov/el-technology_eumk/lek2.htm (дата обращения: 18.10.2023).

5. Zhang, L., Wang, H., Schmidt, A. Investigation of Contact Resistance and Heat Generation in High-Current Busbar Connections with Different Clamping Forces // IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology. 2022. Vol. 12, no. 5. P. 789-800.

6. ГОСТ Р 60519-1-2010. Безопасность электротермических установок.