

**АР19578884 «Повышение износостойкости и совершенствование конструкции инструмента шинопробивного станка» - н.р. Мусаев М.М.**

**Актуальность:** Глобальная интеграция отечественных и зарубежных производителей привели к увеличению использования в отечественной промышленности зарубежной техники. Одним, из которых является шинопробивные станки.

Производителями и поставщиками этих станков, а также технологической и инструментальной оснастки к ним, выступают Российские и Китайские производители. Выявлено, что инструмент, используемый для пробивки отверстия на шинах, быстро изнашивается и чаще выходит из строя. Изношенный инструмент заменяется новой, который закупается из зарубежных производителей. Расход инструмента очень высок и отрицательно влияет на себестоимость изготавливаемой продукции.

Результаты исследования показали, что инструмент, используемый для пробивки отверстия на шинах, быстро изнашивается и чаще выходит из строя. Изношенный инструмент заменяется новой, который закупается из зарубежных производителей. Расход инструмента очень высок и отрицательно влияет на себестоимость изготавливаемой продукции.

Сложившаяся проблема диктует необходимость разработки технологии повышения износостойкости конструкции инструмента шинопробивных станков и научные исследования, направленные для решения данной проблемы является актуальной.

**Целью проекта** заключается в повышении износостойкости и совершенствовании конструкции инструмента шинопробивного станка

**Ожидаемые и достигнутые результаты:**

В результате выполнения проекта будет создано технология повышения износостойкости рабочей части шинопробивного инструмента. Будет разработан и изготовлен опытный образец шинопробивного инструмента.

По результатам проекта будет опубликовано:

— 2 (двух) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях по научному направлению проекта, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти);

— 2 (двух) статей или обзора в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКСНВО;

— 1 патент РК на полезную модель;

— 1 свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права;

— 1 монография.

По результатам исследования будет разработано рекомендации по использованию технологии повышения износостойкости рабочей части шинопробивного инструмента, а также по изготовлению шинопробивного инструмента новой конструкции.

По теме проекта будет защищена докторская диссертация (PhD) Касымбабиной Д.С. и две магистерские диссертации по специальности «Машиностроение».

**За 2024г.** Экспериментально было установлено, что для повышения износостойкости рабочих поверхностей деталей и инструментов, работающих в условиях высоких термодинамических нагрузок, а также при высоких контактных и ударных нагрузках, можно использовать метод механизированной наплавки в среде защитного газа. В результате расчётов при планировании эксперимента было получено уравнение множественной регрессии, определяющее зависимость твердости наплавленного слоя от силы тока, сварочного напряжения и скорости перемещения сварочной горелки.

По результатам проведённых исследований структуры наплавленного слоя установлена целесообразность применения термической обработки с целью повышения долговечности и надёжности шинопробивного инструмента, а также улучшения механических свойств наплавленного слоя для обеспечения необходимой прочности, износостойкости, вязкости и структуры материала. Проведён анализ существующих способов термической обработки, применяемых для повышения износостойкости и долговечности металлорежущих инструментов, с рассмотрением их преимуществ и недостатков.

Для наплавки рабочей части шинопробивного инструмента была использована наплавочная проволока ESAB OK Tubrodur 35GM диаметром 1,6 мм. Этот материал относится к низкоуглеродистой стали, легированной Si, Mn и Cr. Легирующие элементы повышают прочность, прокаливаемость и способствуют образованию мелкозернистой структуры. Легирующие добавки Si, Mn и Cr растворяются в феррите и упрочняют его. Учитывая химический состав наплавочного материала, был выбран метод термической обработки — закалка.

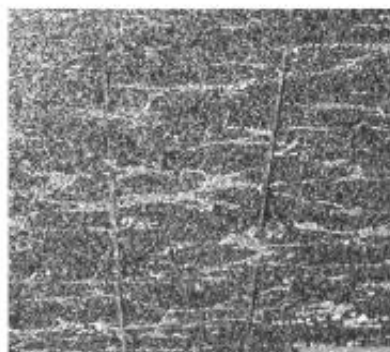
По содержанию углерода ( $C=0,2\%$ ) наплавочный материал относится к доэвтектоидной стали. При содержании углерода  $0,2\%$  согласно диаграмме состояния Fe-Fe<sub>3</sub>C температура закалки находится в пределах  $880-920^{\circ}\text{C}$  (нагревают до температуры на  $30-50^{\circ}\text{C}$  выше точки  $A_{c3}$ ). При этой температурной обработке материал с исходной структурой перлит-феррит приобретает аустенитную структуру, которая при последующем охлаждении со скоростью выше критической превращается в мартенсит.

Закалка рабочей части шинопробивного инструмента проводилась в электропечи с нагревом до температуры  $900^{\circ}\text{C}$ . Охлаждение осуществлялось в минеральном (нефтяном) масле, температуру которого поддерживали в пределах  $60-90^{\circ}\text{C}$  для минимальной вязкости масла.

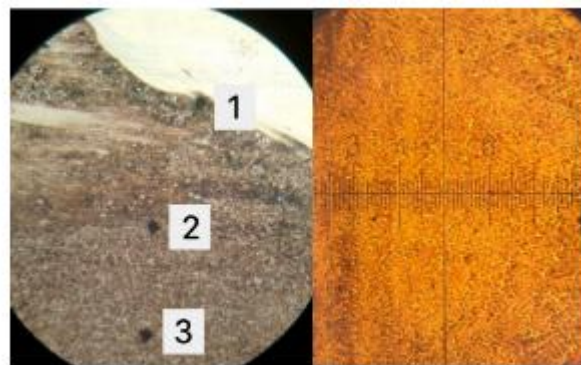
Для снятия внутренних напряжений был выполнен низкотемпературный отпуск (нагрев до температуры  $150-200^{\circ}\text{C}$ ). Известно, что при отпуске мартенсит закалки превращается в отпущенный мартенсит, что повышает прочность. После отпуска закалённая поверхность достигает твёрдости в пределах HRC 58–63. Продолжительность отпуска составляла примерно 1–2,5 часа. Работы завершены согласно календарному плану.

Выполнено компьютерное моделирование технологического способа термической обработки для повышения износостойкости рабочей части шинопробивного инструмента. В частности, с использованием программного комплекса MATLAB были определены оптимальные режимы наплавки. Построены поверхности отклика для определения оптимального режима наплавки, такие как зависимость твёрдости наплавленного слоя от силы сварочного тока и сварочного напряжения, а также зависимость твёрдости наплавленного слоя от силы сварочного тока и скорости перемещения сварочной горелки. В результате установлены оптимальные режимы наплавки, позволяющие обеспечить высокое качество и прочность покрытия.

Компьютерное моделирование процесса термической обработки (закалки) было выполнено с помощью программы DEFORM 3D. В результате моделирования установлены закономерности влияния температуры нагрева при закалке на фазовые превращения, рост зерна и обезуглероживание поверхностных слоёв наплавочного материала. Также выявлены закономерности влияния режимов охлаждения (скорость, температура) на формирование мартенситной структуры. По результатам выполненной работы опубликована 1 статья в рецензируемом научном издании, имеющем процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти), и 1 статья в отечественном журнале, рекомендованном КОКШВО, а также получено 1 авторское свидетельство.



**Рисунок 1** – Микроструктура основного металла, состоящая из сорбитообразного перлита и ферритной фазы (300х), твердость 38HRC



**Рисунок 2** – а – микроструктура поверхности наплавленного слоя; б – микроструктура наплавленного слоя с отпечатками твердости поверхности

### ***Исследовательская группа***

Мусаев Медгат Муратович – научный руководитель, PhD, доцент кафедры ТОМиС  
Индекс Хирша – 4;  
Researcher ID: AAR-6997-2020;  
ORCID: 0000-0001-9875-8159;  
Scopus Author ID: 57220743851

Доненбаев Бакытжан Серикович – ответственный исполнитель, PhD, старший преподаватель кафедры Механика  
Индекс Хирша — 4,  
Researcher ID: Y-2178-2018,  
ORCID: 0000-0001-6923-3476,  
Scopus Author ID: 57193404717

Абдугалиева Гульнур Баймурзаевна — исполнитель, PhD, доцент кафедры ТОМиС  
Индекс Хирша – 3;  
Researcher ID: AAN-2968-2021;  
ORCID: 0000-0003-3469-3901;  
Scopus Author ID: 57200327289

Тусупова Саягуль Ораловна, — исполнитель, PhD, старший преподаватель в Toraighyrov university,  
Индекс Хирша – 5;  
Researcher ID: AGX-8685-2022;  
ORCID: 0000-0002-8920-4901;  
Scopus Author ID: 57210194689

Карсакова Нургуль Жолаевна — исполнитель, докторант гр. МСД-20 каф. ТОМиС  
Индекс Хирша – 4;  
ORCID: 0000-0003-4524-5135;  
Scopus Author ID: 57219115360

Касымбабина Дана Сайлауовна — исполнитель, докторант гр. МСД-22 каф. ТОМиС  
Индекс Хирша – 1;  
Scopus Author ID: 57882320800

### ***Список публикаций***

1. Mussayev, M., Sherov, K., Kassymbabina, D., Abdugaliyeva, G., Donenbayev, B., Kardassinov, S., Karsakova, N., Tussupova, S. Research of wear and increasing wear resistance of the working part of busbar punching tools by surfacing method // Journal of Applied Engineering Science, 2024, Iss. 22, Vol. 3, pp. 654-664 <https://doi.org/10.5937/jaes0-51175>
2. Мусаев М.М., Доненбаев Б.С., Шеров К.Т., Касымбабина Д.С., Аман И.М. Шинатескіш білдектердің құралдарының тозу сипатын зерттеу және талдау // Наука и техника Казахстана, – Павлодар: Изд-во «Toraighyrov University», 2023. — №2. – С. 48-56.
3. Мусаев М.М., Шеров К.Т., Касымбабина Д.С., Абдугалиева Г.Б., Бобеев А.Б. Металлографическое Исследование Образцов Из Материала Шинопробивного Инструмента Наплавленных Проволокой Esab Ok Tubrodur 35gm // Наука и техника Казахстана, – Павлодар: Изд-во «Toraighyrov University», 2024. - №3. – С. 52-65 <https://doi.org/10.48081/PLNE2708>
4. Свидетельство №37787 о внесении сведений в госреестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. Шинатескіш білдектердің құралдарының тозу сипатын зерттеу және талдау / Касымбабина Д.С., Мусаев М.М. Оpubл. 04.07.2023 г.
5. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права № 50538, 17.10.2024

***Информация для потенциальных пользователей:***

Потенциальными потребителями разработанной технологии являются отечественные промышленные предприятия, имеющие пробивные станки. Разработанная технология повышения износостойкости рабочей части шинопробивного инструмента, а также комбинированная конструкция шинопробивного инструмента имеют высокий уровень коммерциализации.

***Область применения:***

Механообрабатывающая отрасль машиностроения.

*Дата обновления информации: 08.11.2024 г.*